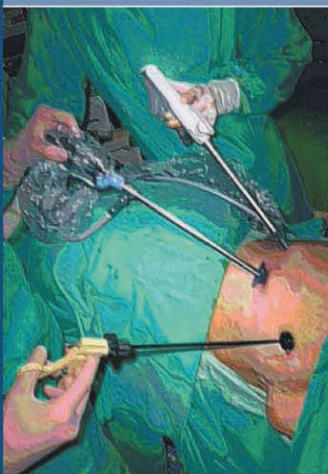


*A cura di*  
C. Lavini  
C. Ruggiero  
U. Morandi

# Chirurgia toracica videoassistita

*Principi indicazioni tecniche*



Presentazione  
di G. Ferrante



 Springer

---

## Chirurgia toracica videoassistita

CORRADO LAVINI  
CIRO RUGGIERO  
ULIANO MORANDI

---

CORRADO LAVINI • CIRO RUGGIERO • ULIANO MORANDI

# CHIRURGIA TORACICA VIDEOASSISTITA

 Springer

CORRADO LAVINI  
ULIANO MORANDI  
CIRO RUGGIERO  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
Modena

ISBN-10 88-470-0521-3  
ISBN-13 978-88-470-0521-1

Springer fa parte di Springer Science+Business Media  
springer.com  
© Springer-Verlag Italia 2006

Quest'opera è protetta dalla legge sul diritto d'autore. Tutti i diritti, in particolare quelli relativi alla traduzione, alla ristampa, all'utilizzo di illustrazioni e tabelle, alla citazione orale, alla trasmissione radiofonica o televisiva, alla registrazione su microfilm o in database, o alla riproduzione in qualsiasi altra forma (stampata o elettronica) rimangono riservati anche nel caso di utilizzo parziale. La riproduzione di quest'opera, anche se parziale, è ammessa solo ed esclusivamente nei limiti stabiliti dalla legge sul diritto d'autore ed è soggetta all'autorizzazione dell'editore. La violazione delle norme comporta le sanzioni previste dalla legge.

L'utilizzo in questa pubblicazione di denominazioni generiche, nomi commerciali, marchi registrati, ecc. anche se non specificamente identificati, non implica che tali denominazioni o marchi non siano protetti dalle relative leggi e regolamenti.

Responsabilità legale per i prodotti: l'editore non può garantire l'esattezza delle indicazioni sui dosaggi e l'impiego dei prodotti menzionati nella presente opera. Il lettore dovrà di volta in volta verificarne l'esattezza consultando la bibliografia di pertinenza.

Progetto grafico della copertina: Simona Colombo, Milano  
Impaginazione: C & G di Cerri e Galassi, Cremona  
Stampa: Printer Trento, Trento

*Stampato in Italia*

*Alla memoria di  
mio padre*

C.L.

*Ai miei genitori*

C.R.

*Ai miei genitori*

U.M.

---

# PRESENTAZIONE

Dall'idea alla sperimentazione, dalla sperimentazione alla realizzazione, dalla realizzazione all'applicazione clinica, dalla diagnostica alla terapia chirurgica, dall'iniziale supporto tecnologico alle tecnologie avanzate; le esperienze, i risultati, le indicazioni, le controindicazioni, i costi ed i benefici: è questa la storia, lo stato attuale e le prospettive della Chirurgia Toracica Videoassistita, descritta da C. Lavini, C. Ruggiero e U. Morandi in modo completo e aggiornato in questo testo monografico ottimamente illustrato, che sarà di sicuro interesse non solo sul piano della clinica ma anche per la sua valenza scientifica.

I Curatori, forti della lunga e approfondita esperienza clinica svolta presso la scuola di Chirurgia Toracica dell'Università di Modena, avvalendosi della loro attitudine alla speculazione scientifica e a dimostrazione del loro spiccato senso critico, oltre a contribuire personalmente all'opera, si avvalgono anche della collaborazione di esperti italiani e stranieri che hanno maturato analoghe esperienze, idee ed opinioni nello specifico campo della videotoracosopia chirurgica diagnostica e terapeutica.

Da Jacobaeus alla chirurgia robotica: è questo lo schema basilare dell'opera che è stata concepita in più capitoli. Nella parte generale iniziale vengono esposte le apparecchiature, lo strumentario, i principi e le tecniche di base, l'anestesia, ma non viene trascurata la descrizione delle strutture anatomiche intratoraciche a mezzo dell'osservazione videotoroscopica. Attuale e utile è il capitolo sugli aspetti medico-legali.

Nella parte speciale, un ampio spazio viene riservato alla più frequente patologia pleuro-polmonare sia per quanto riguarda la diagnostica che per quanto concerne l'aspetto terapeutico, che richiede interventi chirurgici più o meno estesi. Il valore della metodica viene dimostrato sia agli effetti della diagnosi che della stadiazione per neoplasie maligne del polmone e della pleura.

Le lesioni non neoplastiche come i versamenti pleurici benigni, l'empiema, l'enfisema idiopatico e l'enfisema bolloso vengono trattate con eguale attenzione.

Nella parte dedicata al pneumotorace, per il cui trattamento viene rimarcato l'importante ruolo della chirurgia videotoroscopica, viene sottolineata anche l'importanza dell'impiego complementare delle sostanze pleuroadesive la cui utilità è suffragata da interessanti contributi scientifici.

Un altro capitolo riguarda l'impiego della videotoracosopia relativamente alla diagnosi, anche con fini stadiativi e al trattamento delle lesioni neoplastiche benigne e maligne del mediastino; particolare attenzione è riservata alle indicazioni e alle tecniche di accesso alla loggia timica.

La trattazione si arricchisce con la descrizione di tecniche che trovano un'indicazione meno frequente e nel trattamento di varie patologie: la simpaticectomia, la splancnicectomia, la vagotomia tronculare, la chirurgia del dotto toracico, le vie di accesso al pericardio, il trattamento di lesioni del diaframma e traumatiche del torace e della colonna vertebrale. Il volume tratta anche le indicazioni e l'impiego della metodica in chirurgia pediatrica, e si completa con la descrizione delle tecniche di chirurgia robotica e con l'analisi dell'impiego attuale della chirurgia videotoroscopica e delle prospettive in un prossimo futuro.

Ritengo utile quest'opera non solo per i chirurghi toracici e generali, ma anche per i medici, gli specialisti e per tutti gli studenti che alla fine dei loro studi aspirano ad approfondire questa importante e attuale branca della medicina.

*Giovanni Ferrante  
Professore Emerito di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi Federico II  
Napoli*

---

# PREFAZIONE

Sono passati quasi cento anni da quando Hans Christian Jacobaeus nel 1913 effettuò il primo intervento di pleurolisi con un rudimentale toracoscopio.

Probabilmente lo stesso pneumologo svedese non ebbe mai la percezione completa di avere aperto la strada ad una tecnica estremamente innovativa che avrebbe avuto negli anni successivi una importante valenza diagnostica e che soprattutto avrebbe consentito la nascita della chirurgia toracica videotoroscopica.

L'introduzione delle tecniche videoendoscopiche ha indubbiamente rivoluzionato la Chirurgia Toracica in questi ultimi 15 anni ed ha reso più agevole, rapido, sicuro l'approccio a diverse patologie del torace; per alcune di queste l'accesso videoassistito rappresenta ormai incontestabilmente il *gold standard*, per altre non c'è ancora uniformità di consensi.

L'utilizzo della videocamera può essere effettuato tanto nell'ambito di un intervento totalmente videoendoscopico quanto in assistenza ad un approccio "open"; questo impiego "flessibile" della videocamera ha permesso l'introduzione di tecniche diverse, alternative, ed altrettanto risolutive.

Il termine di Chirurgia Toracica Videoassistita comprende tanto le metodiche completamente videoendoscopiche quanto quelle con accesso "open" videoassistito: il titolo dato al nostro lavoro vuole pertanto sottolineare l'intento di comprendere tutto quanto in Chirurgia Toracica si avvalga del supporto video in senso lato.

Il volume si compone di 43 Capitoli che trattano le tecniche relative alla patologia della parete toracica, della pleura, del polmone, del mediastino, dell'esofago, del pericardio, del diaframma; due capitoli sono dedicati alla Chirurgia pediatrica ed alla Chirurgia vertebrale toracoscopiche.

Il corpus della monografia ci sembra completo ed esaustivo per quanto concerne le tematiche e gli argomenti trattati. Non mancano capitoli di grande interesse, tutti accompagnati da un'iconografia originale e ricca, quali la patologia neoplastica ed infettiva mediastinica, le resezioni polmonari maggiori, le resezioni esofagee. Un opportuno risalto viene dato anche all'esplorazione videoassistita del mediastino (videomediastinoscopia cervicale-VAM e videomediastinoscopia anteriore) e del pericardio (VPC), come pure alla videotoroscopia esplorativa (VTE) come indagini preliminari del tempo operatorio in corso di cancro polmonare. Vengono pure compresi nella trattazione temi di grande impatto e già proiettati nel futuro come la Chirurgia Assistita dal Computer (CAS), rappresentata dall'Augmented Reality, dalla Chirurgia Robotica, dalla Telechirurgia.

Hanno collaborato al volume Autori italiani, europei, americani, asiatici, australiani, tutti estremamente competenti nell'argomento specifico della loro trattazione; inoltre, l'opera rappresenta un'opportuna messa a punto delle tecniche videoassistite in Chirurgia Toracica se consideriamo che l'ultimo importante lavoro monografico italiano scritto sull'argomento risale al 1999.

Per garantire un approccio multimediale integrato al volume abbiamo pensato di corredare la maggior parte dei capitoli con filmati prodotti dai rispettivi Autori: nel testo il riferimento ad un video specifico viene contrassegnato da un'icona rappresentante due dischi sovrapposti.

Confidiamo che questa nostra fatica possa essere apprezzata da colleghi, studiosi, cultori della materia e che soprattutto possa incontrare il favore delle nuove generazioni di chirurghi che saranno destinate ad approfondirne e perfezionarne ulteriormente i temi.

*Modena, Settembre 2006*

*I Curatori*

---

# INDICE

<b>CAPITOLO 1</b>	<b>STORIA DELLA VIDEOTORACOSCOPIA</b> .....	1
	Alessandro Marchioni, Corrado Lavini, Uliano Morandi	
	Bibliografia .....	6
<b>CAPITOLO 2</b>	<b>APPARECCHIATURE E STRUMENTARIO</b> .....	8
	Ciro Ruggiero	
	Premesse .....	8
	Apparecchiature di video-imaging .....	8
	<i>Ottica</i> .....	8
	<i>Videocamera</i> .....	9
	<i>Generatore di luce</i> .....	10
	<i>Cavo a fibre ottiche</i> .....	11
	<i>Monitor</i> .....	11
	<i>Sistemi di archiviazione delle immagini</i> .....	11
	Strumentario .....	12
	<i>Trocars</i> .....	13
	<i>Pinze</i> .....	13
	<i>Elettrobisturi</i> .....	14
	<i>Bisturi ad ultrasuoni (Ultracision)</i> .....	15
	<i>Forbici</i> .....	16
	<i>Suturatrici meccaniche</i> .....	17
	<i>Laser</i> .....	18
	<i>Portaghi</i> .....	18
	<i>Palpatori</i> .....	19
	<i>Retrattori</i> .....	19
	<i>Sistema di raccolta del pezzo</i> .....	19
	<i>Applicatore di clips</i> .....	20
	<i>Sistema di aspirazione e irrigazione</i> .....	20
	<i>Idrodissetto</i> .....	21
	Bibliografia .....	21
<b>CAPITOLO 3</b>	<b>CHIRURGIA TORACICA VIDEOASSISTITA: ASPETTI MEDICO-LEGALI</b> .....	22
	Enrico Silingardi, Anna Laura Santunione	
	Premesse .....	22
	Responsabilità professionale .....	23
	Consenso informato .....	24
	Correttezza dei percorsi diagnostico-terapeutici .....	25
	Bibliografia .....	26
<b>CAPITOLO 4</b>	<b>ANESTESIA ED ANALGESIA POSTOPERATORIA IN CHIRURGIA TORACICA VIDEOASSISTITA</b> .....	27
	Vincenzo Lucio Indrizzi, Giuseppe Magni, Alberto Tassi	
	Premesse .....	27

Valutazione anestesiológica	27
Tecniche anestesiológicas	28
<i>Ventilazione monopolmonare</i>	29
<i>Ventilazione monopolmonare intermittente</i>	33
<i>Esclusione selettiva lobare</i>	33
<i>Ventilazione bipolmonare a bassi volumi</i>	33
<i>Insufflazione endopleurica di CO<sub>2</sub></i>	33
Monitoraggio intraoperatorio	34
<i>Ossigenazione</i>	34
<i>Ventilazione</i>	34
<i>Circolazione</i>	35
<i>Temperatura</i>	36
Analgesia postoperatoria	36
Conclusioni	38
Bibliografia	38
<b>CAPITOLO 5</b>	
<b>PRINCIPI E TECNICHE DI BASE</b>	41
Antonio Bobbio, Paolo Carbognani, Luca Ampollini, Michele Rusca	
Premesse	41
Definizione	41
Principi generali	42
Principi di strategia chirurgica	43
<i>Il collasso polmonare</i>	43
<i>Le vie d'accesso</i>	43
<i>Disposizione dell'equipe operatoria e dell'attrezzatura video</i>	45
<i>Disposizione degli accessi parietali</i>	45
Tecniche chirurgiche di base	46
<i>Pleurolisi</i>	47
<i>Emostasi</i>	48
<i>Suture</i>	48
<i>Drenaggio della cavità pleurica</i>	49
Bibliografia	49
<b>CAPITOLO 6</b>	
<b>ANATOMIA VIDEOTORACOSCOPICA DEL TORACE</b>	50
Stefano Elia	
Cavo pleurico	50
Polmoni	51
<i>Rapporti del polmone</i>	53
Mediastino	53
Descrizione analitica del mediastino secondo piani dorsali	56
<i>Primo piano</i>	56
<i>Secondo piano</i>	56
<i>Terzo piano</i>	56
<i>Quarto piano</i>	57
<i>Quinto piano</i>	57
<i>Sesto piano</i>	57
Diaframma	57
Ili polmonari	58
<i>Bronchi</i>	58
<i>Albero bronchiale destro</i>	58
<i>Albero bronchiale sinistro</i>	58
<i>Arterie polmonari</i>	59
<i>Vene polmonari</i>	59
Lecture consigliate	60

<b>CAPITOLO 7</b>	<b>TRATTAMENTO CHIRURGICO MININVASIVO DEL PETTO ESCAVATO</b> .....	61
	Tiziano De Giacomo, Federico Venuta, Marco Anile, Mary-Jo Filice, Daniele Diso, Maria Teresa Aratari, Giorgio Furio Coloni	
	Premesse .....	61
	Valutazione preoperatoria .....	61
	Accessi e tecnica chirurgica .....	62
	Risultati e complicanze .....	65
	Conclusioni .....	66
	Bibliografia .....	66
<b>CAPITOLO 8</b>	<b>VERSAMENTI PLEURICI</b> .....	67
	Alessandro Stefani	
	Premesse .....	67
	Videotoracosopia diagnostica .....	67
	<i>Indicazioni</i> .....	67
	<i>Tecnica di esecuzione</i> .....	68
	<i>Quadri endoscopici</i> .....	74
	Videotoracosopia terapeutica .....	79
	Conclusioni .....	79
	Bibliografia .....	80
<b>CAPITOLO 9</b>	<b>NEOPLASIE BENIGNE E MALIGNI DELLA PLEURA</b> .....	82
	Corrado Lavini	
	Premesse .....	82
	Tumori benigni .....	83
	Tumori maligni primitivi .....	83
	Tumori maligni metastatici .....	86
	Discussione e conclusioni .....	87
	Bibliografia .....	88
<b>CAPITOLO 10</b>	<b>EMPIEMI PLEURICI</b> .....	89
	Stefano Sanna, Marta Mengozzi, Marco Monteverde, Desideria Argnani, Davide Dell'Amore	
	Premesse .....	89
	Eziologia, patogenesi, fisiopatologia, clinica .....	89
	Indicazioni .....	92
	Accessi e tecnica chirurgica .....	94
	Empiema pleurico nel bambino .....	97
	<i>Accessi e tecnica chirurgica</i> .....	99
	Empiema post-chirurgico .....	99
	<i>Accessi e tecnica chirurgica</i> .....	100
	Morbilità e mortalità .....	100
	Risultati .....	101
	Conclusioni .....	102
	Bibliografia .....	102
<b>CAPITOLO 11</b>	<b>TRATTAMENTO VIDEOENDOSCOPICO DEL PNEUMOTORACE</b> ....	104
	Luca Voltolini, Giuseppe Gotti	
	Premesse .....	104
	Pneumotorace spontaneo primitivo (PSP) .....	104
	Pneumotorace spontaneo secondario (PSS) .....	105
	Opzioni terapeutiche .....	105

Indicazioni alla chirurgia .....	106
<i>Perdita aerea persistente</i> .....	106
<i>Prevenzione delle recidive</i> .....	106
Accessi e tecnica chirurgica .....	106
Risultati .....	109
Discussione .....	109
Conclusioni .....	111
Bibliografia .....	111
<b>CAPITOLO 12</b>	
<b>TECNICHE VIDEOTORACOSCOPICHE DI INDUZIONE DELLA PLEURODESI</b> .....	113
Salvatore Griffo	
Premesse .....	113
La pleurodesi come trattamento complementare del pneumotorace .....	114
Pleurodesi per abrasione meccanica .....	114
Pleurodesi con mezzi fisici (elettrocauterio e laser) .....	115
Pleurodesi con talco .....	116
La pleurodesi nelle perdite aeree prolungate dopo resezione polmonare .....	116
Trattamento toracoscopico medico di pleurodesi del pneumotorace .....	117
La pleurodesi nel trattamento dei versamenti pleurici neoplastici (V.P.N.) .....	117
<i>Fattori che influenzano la pleurodesi nei versamenti pleurici neoplastici</i> .....	119
<i>Tecnica di effettuazione della pleurodesi con talco nei V.P.N.</i> .....	119
<i>Risultati della pleurodesi nei V.P.N.</i> .....	121
La pleurodesi nei versamenti pleurici benigni .....	121
La pleurodesi quale trattamento del chilotorace .....	122
Complicanze della pleurodesi .....	123
Conclusioni .....	124
Bibliografia .....	124
<b>CAPITOLO 13</b>	
<b>PNEUMOPATIE BOLLOSE. APPROCCIO VIDEOTORACOSCOPICO</b> .....	127
Corrado Lavini, Ciro Ruggiero, Pamela Natali, Uliano Morandi	
Premesse .....	127
Indicazioni .....	127
<i>Pazienti eupnoici</i> .....	128
<i>Pazienti dispnoici</i> .....	128
Accessi e tecnica chirurgica .....	128
<i>Bolla gigante solitaria</i> .....	130
<i>Patologia bollosa multipla</i> .....	131
Complicanze .....	132
Risultati .....	132
Conclusioni .....	134
Bibliografia .....	134
<b>CAPITOLO 14</b>	
<b>LVRS VIDEOTORACOSCOPICA</b> .....	135
Robert J. McKenna Jr.	
Premesse .....	135
Indicazioni alla LVRS .....	135
Accessi e tecnica videotoracoscopica .....	135
<i>Posizione del paziente</i> .....	136
<i>Incisioni</i> .....	136
<i>Resezione polmonare</i> .....	136
LVRS: sternotomia o VATS? .....	137
Bibliografia .....	138

<b>CAPITOLO 15</b>	<b>RESEZIONI POLMONARI MINORI. IL NODULO POLMONARE (NP)</b>	139
	Franca M.A. Melfi, Marco Lucchi, Marcello C. Ambroggi, Alfredo Mussi	
	Premesse .....	139
	Indicazioni .....	139
	Nodulo polmonare .....	139
	<i>Indicazioni alla exeresi chirurgica</i> .....	140
	<i>Tecniche di localizzazione del nodulo polmonare</i> .....	141
	Tecnica chirurgica .....	143
	<i>Exeresi chirurgica del nodulo polmonare</i> .....	143
	<i>Modalità di resezione</i> .....	144
	<i>Strumentazione VATS</i> .....	144
	<i>Incisioni chirurgiche</i> .....	144
	<i>Resezione atipica ("Wedge Resection")</i> .....	145
	<i>Enucleazione</i> .....	146
	Resezione radioguidata del nodulo polmonare in VATS esperienza personale .....	146
	Risultati .....	146
	Conclusioni .....	147
	Bibliografia .....	147
<b>CAPITOLO 16</b>	<b>BIOPSIA POLMONARE IN CORSO DI PNEUMOPATIE INTERSTIZIALI</b>	149
	Corrado Lavini	
	Premesse .....	149
	Indicazioni alla biopsia chirurgica .....	149
	Accessi e tecnica chirurgica .....	150
	Risultati .....	152
	Conclusioni .....	153
	Bibliografia .....	153
<b>CAPITOLO 17</b>	<b>RESEZIONI POLMONARI MAGGIORI</b>	155
	Miguel Congregado Loscertales, Rafael Jimenez Merchan, Jesus Loscertales	
	Premesse .....	155
	Indicazioni .....	155
	Porte di accesso e minitoracotomia di servizio .....	156
	Anatomia videotoracoscopica .....	157
	<i>Peduncolo polmonare destro</i> .....	157
	<i>Peduncolo polmonare sinistro</i> .....	157
	Tipi di interventi .....	158
	<i>Lobectomia superiore destra</i> .....	158
	<i>Lobectomia media</i> .....	161
	<i>Lobectomia inferiore destra</i> .....	162
	<i>Bilobectomia inferiore</i> .....	164
	<i>Lobectomia superiore sinistra</i> .....	164
	<i>Lobectomia inferiore sinistra</i> .....	166
	Morbilità e mortalità .....	166
	Risultati e follow-up .....	166
	Conclusioni .....	167
	Bibliografia .....	167
<b>CAPITOLO 18</b>	<b>VIDEOTORACOSCOPIA ESPLORATIVA IN CORSO DI CANCRO DEL POLMONE</b>	168
	Rafael Jimenez Merchan, Miguel Congregado Loscertales, Jesus Loscertales	
	Premesse .....	168

Accessi e tecnica chirurgica .....	169
<i>Videotoroscopia esplorativa (VTE)</i> .....	169
<i>Videopericardioscopia (VPC)</i> .....	171
Risultati .....	173
Conclusioni .....	176
Bibliografia .....	176
<b>CAPITOLO 19 ESPLORAZIONE VATS DEL MEDIASTINO LINFONODALE IN CORSO DI CANCRO DEL POLMONE</b> .....	177
Hans Hoffmann, Michael Klopp	
Premesse .....	177
Stadio clinico e stadio patologico in corso di cancro del polmone .....	177
Accessi e tecnica chirurgica .....	178
Esplorazione linfonodale a scopo diagnostico .....	178
Linfoadenectomia mediastinica sistematica .....	179
Conclusioni .....	180
Bibliografia .....	180
<b>CAPITOLO 20 VIDEOMEDIASTINOSCOPIA CERVICALE</b> .....	181
Uliano Morandi, Christian Casali, Ciro Ruggiero	
Premesse .....	181
Indicazioni .....	181
Strumentario .....	182
Tecnica chirurgica .....	183
Complicanze .....	185
Risultati e conclusioni .....	185
Bibliografia .....	186
<b>CAPITOLO 21 VIDEOMEDIASTINOSCOPIA ANTERIORE</b> .....	187
Luigi Santambrogio, Mario Nosotti	
Premesse .....	187
Cenni anatomici .....	187
Indicazioni alla mediastinoscopia anteriore .....	188
Vie di accesso e tecnica chirurgica .....	189
Complicanze .....	190
Conclusioni .....	190
Bibliografia .....	190
<b>CAPITOLO 22 NEOPLASIE BENIGNE E MALIGNI DEL MEDIASTINO</b> .....	191
Christian Casali	
Premesse .....	191
Diagnosi delle neoplasie maligne del mediastino in videotoroscopia .....	191
Trattamento delle lesioni cistiche del mediastino in videotoroscopia .....	193
Accessi e tecnica chirurgica .....	194
Conclusioni .....	197
Bibliografia .....	197
<b>CAPITOLO 23 TIMECTOMIA VIDEOTORACOSCOPICA CON ACCESSO DESTRO</b> ...	199
Gavin M. Wright	
Premesse .....	199
Indicazioni .....	199
Strumentario .....	200
Preparazione preoperatoria .....	200

	Posizione del paziente e selezione degli accessi .....	200
	Anatomia chirurgica .....	202
	Tecnica chirurgica .....	202
	<i>Dissezione e mobilizzazione del blocco timo-mediastinico</i> .....	202
	<i>Estrazione del blocco timo-mediastinico. Drenaggio e chiusura</i> .....	203
	Decorso postoperatorio .....	204
	Risultati .....	204
	Conclusioni .....	204
	Bibliografia .....	204
<b>CAPITOLO 24</b>	<b>TIMECTOMIA ROBOTICA CON ACCESSO SINISTRO</b> .....	205
	Federico Rea, Giuseppe Marulli, Luigi Bortolotti	
	Premesse .....	205
	Descrizione del sistema robotico "Da Vinci" .....	205
	Valutazione preoperatoria .....	207
	Accessi e tecnica chirurgica .....	207
	Risultati .....	210
	Conclusioni .....	210
	Bibliografia .....	210
<b>CAPITOLO 25</b>	<b>I TUMORI NEUROGENI DEL MEDIASTINO</b> .....	212
	Piero Zannini, Giampiero Negri, Alessandro Bandiera, Luca Ferla	
	Premesse .....	212
	Diagnostica .....	213
	Indicazioni al trattamento chirurgico .....	214
	Tumori neurogeni ad esclusiva localizzazione mediastinica .....	216
	<i>Vie di accesso</i> .....	216
	<i>Note di tecnica con accesso videotoracoscopico</i> .....	218
	<i>Risultati</i> .....	219
	Tumori neurogeni a clessidra .....	219
	<i>Vie di accesso e note di tecnica</i> .....	219
	<i>Risultati</i> .....	222
	Conclusioni .....	222
	Bibliografia .....	222
<b>CAPITOLO 26</b>	<b>RESEZIONE TORACOSCOPICA DI ADENOMA PARATIROIDEO MEDIASTINICO</b> .....	224
	Stephen R. Hazelrigg, Ibrahim B. Cetindag, Kristofer J. Mitchell	
	Premesse .....	224
	Indicazioni .....	224
	Accertamenti preoperatori .....	225
	Tecnica chirurgica .....	225
	Risultati e prospettive future .....	226
	Conclusioni .....	227
	Bibliografia .....	228
<b>CAPITOLO 27</b>	<b>MEDIASTINITI. APPROCCIO VIDEOTORACOSCOPICO</b> .....	229
	Marco Monteverde, Stefano Sanna, Marta Mengozzi, Desideria Argnani, Davide Dell'Amore	
	Premesse .....	229
	Classificazione .....	229
	Accesso videotoracoscopico alle regioni mediastiniche .....	230
	<i>Accesso videotoracoscopico al mediastino anteriore</i> .....	230
	<i>Accesso videotoracoscopico al mediastino posteriore</i> .....	230

	La mediastinite discendente necrotizzante (DNM) .....	231
	<i>Vie di diffusione</i> .....	231
	<i>Diagnosi</i> .....	232
	<i>Trattamento</i> .....	233
	Mediastiniti acute da perforazioni esofagee .....	234
	<i>Trattamento videotoracoscopico</i> .....	235
	Conclusioni .....	236
	Bibliografia .....	236
<b>CAPITOLO 28</b>	<b>CHIRURGIA MININVASIVA DELLE PATOLOGIE BENIGNE DELL'ESOFAGO</b> .....	238
	Federico Francioni, Federico Venuta, Tiziano De Giacomo, Marco Anile, Daniele Diso, Giorgio Furio Coloni	
	Premesse .....	238
	Acalasia .....	238
	<i>Accesso per via laparoscopica</i> .....	238
	<i>Accesso per via toracoscopica</i> .....	239
	Diverticolo toracico .....	240
	Leiomioma .....	242
	Bibliografia .....	243
<b>CAPITOLO 29</b>	<b>ESOFAGECTOMIA VIDEOTORACOSCOPICA PER CANCRO</b> .....	244
	Harushi Osugi, Masashi Takemura, Sigeru Lee	
	Premesse .....	244
	Indicazioni .....	244
	Posizione del paziente e selezione degli accessi .....	245
	Tecnica chirurgica .....	246
	Risultati della chirurgia e livelli di apprendimento .....	248
	Risultati a distanza .....	250
	Conclusioni .....	250
	Bibliografia .....	252
<b>CAPITOLO 30</b>	<b>ESOFAGECTOMIA TRANSIATALE CON ASSISTENZA VIDEOMEDIASTINOSCOPICA</b> .....	254
	Akira Tangoku, Junichi Seike, Junko Honda, Atsushi Umemoto	
	Premesse .....	254
	Indicazioni .....	254
	Accessi e tecnica chirurgica .....	254
	<i>Tempo cervicale</i> .....	255
	<i>Tempo addominale e completamento della dissezione linfonodale mediastinica</i> .....	256
	<i>Tempo anastomotico</i> .....	257
	Risultati .....	257
	Discussione .....	258
	Conclusioni .....	260
	Bibliografia .....	260
<b>CAPITOLO 31</b>	<b>CHIRURGIA VIDEOTORACOSCOPICA DEL DOTTO TORACICO</b> .....	261
	Khalil Ayan, Henry A. Van Swieten	
	Premesse .....	261
	Anatomia e fisiologia .....	261
	Eziologia .....	263
	Fisiopatologia .....	263
	Caratteri clinici e diagnosi .....	263

	Trattamento .....	264
	Accessi e tecnica chirurgica .....	264
	Complicanze .....	265
	Risultati .....	266
	Discussione .....	266
	Bibliografia .....	266
<b>CAPITOLO 32</b>	<b>SIMPATICECTOMIA TORACOSCOPICA .....</b>	<b>268</b>
	<i>Alessandro Stefani, Uliano Morandi</i>	
	Premesse .....	268
	Anatomia e fisiologia della catena toracica del simpatico .....	268
	Indicazioni .....	270
	Accessi e tecnica chirurgica .....	271
	<i>Note tecniche</i> .....	272
	Complicanze .....	276
	<i>Mortalità</i> .....	276
	<i>Morbilità</i> .....	276
	<i>Effetti collaterali</i> .....	277
	Risultati .....	278
	<i>Iperidrosi primaria</i> .....	278
	<i>Fenomeno di Raynaud, arteriopatie ostruttive periferiche e Morbo di Buerger</i> .....	280
	<i>Sindromi dolorose simpatico-correlate dell'arto superiore</i> .....	280
	Conclusioni .....	281
	Bibliografia .....	281
<b>CAPITOLO 33</b>	<b>SPLANCNICECTOMIA TORACOSCOPICA .....</b>	<b>284</b>
	<i>Thomas J. Howard</i>	
	Premesse .....	284
	Indicazioni .....	286
	Selezione dei pazienti .....	286
	Accessi e tecnica chirurgica .....	286
	Morbilità e mortalità .....	289
	Risultati e follow-up .....	289
	Conclusioni .....	290
	Bibliografia .....	290
<b>CAPITOLO 34</b>	<b>VAGOTOMIA TRONCULARE TORACOSCOPICA .....</b>	<b>292</b>
	<i>Andreino Tassi, Roberto Cirocchi, Paolo Gullà</i>	
	Premesse .....	292
	Indicazioni .....	292
	Strumentazione .....	292
	Preparazione del paziente .....	292
	Posizione del paziente .....	293
	Posizione dell'equipe operatoria .....	293
	Accessi e tecnica chirurgica .....	293
	Risultati .....	296
	Conclusioni .....	296
	Bibliografia .....	296
<b>CAPITOLO 35</b>	<b>CHIRURGIA VIDEOASSISTITA DEL DIAFRAMMA .....</b>	<b>298</b>
	<i>Francesco Quarantotto, Giorgio Cavallesco, Gaetano Rocco</i>	
	Premesse .....	298
	Caratteri nosologici .....	298

Indicazioni alla chirurgia . . . . .	299
Accessi e tecnica chirurgica . . . . .	299
<i>Plicatura di eventratio/relaxatio diaframmatica</i> . . . . .	299
<i>Plastica di ernia diaframmatica post-traumatica</i> . . . . .	301
Bibliografia . . . . .	302
<b>CAPITOLO 36</b>	
<b>PATOLOGIA DEL PERICARDIO. ACCESSO VIDEOTORACOSCOPICO</b> . . . . .	303
Corrado Lavini, Ciro Ruggiero, Uliano Morandi	
Premesse . . . . .	303
Indicazioni . . . . .	303
Accessi e tecnica chirurgica . . . . .	304
<i>Selezione degli accessi</i> . . . . .	304
<i>Tempi chirurgici</i> . . . . .	304
Complicanze . . . . .	306
Risultati . . . . .	306
Conclusioni . . . . .	307
Bibliografia . . . . .	307
<b>CAPITOLO 37</b>	
<b>PATOLOGIA DEL PERICARDIO. VIDEOPERICARDIOSCOPIA CON ACCESSO SOTTOXIFOIDEO</b> . . . . .	309
Paulo M. Pego-Fernandes, Marcelo H. da Fonseca, Carlos E. Levischi Jr.	
Premesse . . . . .	309
Cenni di anatomia . . . . .	309
Pericarditi e versamenti pericardici . . . . .	309
Accessi e tecnica chirurgica . . . . .	310
Esperienza personale . . . . .	311
Conclusioni . . . . .	311
Bibliografia . . . . .	311
<b>CAPITOLO 38</b>	
<b>TRAUMI DEL TORACE. APPROCCIO VIDEOTORACOSCOPICO</b> . . . . .	313
Paolo Fabbrucci, Luciano Nocentini, Domenico Ciampi, Gian Matteo Paroli	
Premesse . . . . .	313
Inquadramento nosologico dei traumi toracici . . . . .	314
Anatomia e fisiopatologia del torace in relazione al trauma . . . . .	314
La videotoracosopia nei traumi toracici . . . . .	315
Indicazioni alla videotoracosopia nel trauma toracico . . . . .	316
Vie di accesso . . . . .	320
<i>Posizione del paziente</i> . . . . .	320
<i>Posizione degli operatori</i> . . . . .	321
<i>Posizione degli strumenti operatori</i> . . . . .	321
<i>Tipi di trocars</i> . . . . .	321
<i>Tipi di ottica</i> . . . . .	322
<i>Strumentario particolare</i> . . . . .	322
Anatomia chirurgica endoscopica in relazione al trauma . . . . .	322
Interventi chirurgici in relazione al tipo di trauma . . . . .	323
<i>Lesioni del diaframma</i> . . . . .	323
<i>Fratture costali</i> . . . . .	324
<i>Emotorace</i> . . . . .	325
<i>Empiema</i> . . . . .	326
<i>Perdite aeree persistenti</i> . . . . .	327
<i>Ernia polmonare</i> . . . . .	328
<i>Rimozione di corpi estranei</i> . . . . .	328

	<i>Chilotorace</i> .....	328
	<i>Emopericardio</i> .....	328
	<i>Emomediastino</i> .....	328
	Complicanze .....	329
	Risultati immediati .....	329
	Risultati a distanza .....	329
	Conclusioni .....	330
	Bibliografia .....	330
<b>CAPITOLO 39</b>	<b>INDICAZIONI INUSUALI ALLA VIDEOTORACOSCOPIA</b> .....	332
	Giuseppe Fontana	
	Premesse .....	332
	Indicazioni insolite .....	332
	Indicazioni rare o episodiche .....	332
	<i>Corpi estranei post-traumatici</i> .....	332
	<i>Corpi estranei iatrogeni o post-chirurgici</i> .....	332
	<i>Fistole broncopleuriche e parenchimali post-chirurgiche</i> .....	332
	<i>Chilotorace</i> .....	333
	<i>Pacing wire diaframmatico</i> .....	333
	<i>Biopsie epatiche e renali</i> .....	334
	<i>Breccia diaframmatica in corso di idrotorace epatico</i> .....	334
	<i>Esostosi costali</i> .....	334
	<i>Outlet syndrome</i> .....	334
	<i>Diatermoablazione di noduli neoplastici epatici</i> .....	334
	Casistica clinica .....	334
	Conclusioni .....	334
	Bibliografia .....	335
<b>CAPITOLO 40</b>	<b>ACCESSI "OPEN" VIDEOASSISTITI IN CHIRURGIA TORACICA</b> ....	336
	Corrado Lavini	
	Premesse .....	336
	Minitoracotomia videoassistita .....	337
	Sternotomia videoassistita .....	338
	Mediastinotomia videoassistita .....	339
	Cervicotomia videoassistita .....	339
	Laparotomia videoassistita .....	340
	Conclusioni .....	341
	Bibliografia .....	342
<b>CAPITOLO 41</b>	<b>CHIRURGIA PEDIATRICA TORACOSCOPICA</b> .....	344
	Pier Luca Ceccarelli, Diego Biondini, Alfredo Cacciari	
	Premesse .....	344
	Indicazioni .....	345
	Procedure anestesilogiche .....	346
	Posizione del paziente e degli operatori .....	346
	Selezione degli accessi .....	347
	Tipi di interventi .....	348
	<i>Biopsia polmonare (Wedge Resection)</i> .....	348
	<i>Chilotorace</i> .....	349
	<i>Pneumotorace ricorrente</i> .....	349
	<i>Empiemi pleurici/versamenti pleurici cronici</i> .....	350
	<i>Sequestrazione polmonare, CCAM, enfisema lobare</i> .....	352
	<i>Lobectomy polmonare</i> .....	353

<i>Patologia mediastinica</i> .....	353
<i>Resezione di cisti idatidee</i> .....	354
<i>Riparazione di ernia jatale</i> .....	355
<i>Traumi del torace</i> .....	355
<i>Simpatiectomia</i> .....	355
<i>Legatura del dotto arterioso pervio</i> .....	356
<i>Scoliosi</i> .....	356
<i>Sezione di anello vascolare/aortopessi</i> .....	356
<i>Atresia dell'esofago</i> .....	357
<i>Pectus Excavatum</i> .....	357
<i>Pericardiectomia</i> .....	358
<i>Acalasia esofagea</i> .....	358
Complicanze .....	359
Conclusioni .....	359
Bibliografia .....	359
<b>CAPITOLO 42 CHIRURGIA VERTEBRALE TORACOSCOPICA</b> .....	362
<i>Federico Venuta, Antonello Montanaro, Tiziano De Giacomo, Marco Anile, Daniele Diso, Giorgio Furio Coloni</i>	
Premesse .....	362
Indicazioni .....	362
Accessi e tecnica chirurgica .....	363
Complicanze .....	365
Conclusioni .....	366
Bibliografia .....	366
<b>CAPITOLO 43 CHIRURGIA TORACICA VIDEOASSISTITA: PRESENTE E FUTURO</b> .....	367
<i>Corrado Lavini, Uliano Morandi</i>	
Premesse .....	367
Stato dell'arte .....	367
<i>Indicazioni</i> .....	368
<i>Campi di esplorazione e di applicazione</i> .....	369
<i>Accessi</i> .....	369
<i>Tecniche e tecnologie</i> .....	369
<i>Rapporto rischi/benefici</i> .....	370
<i>Rapporto costi/benefici</i> .....	370
Argomenti di discussione .....	370
<i>Toroscopia medica, toroscopia chirurgica</i> .....	370
<i>Chirurgia "minore"?</i> .....	370
<i>Rischio di sovrastimare la radicalità dell'intervento</i> .....	371
<i>Conversione VATS – toracotomia: è da considerare un insuccesso?</i> .....	371
<i>"Grande taglio, grande chirurgo..."</i> .....	371
<i>Nuovo ruolo degli operatori</i> .....	372
Il futuro .....	372
<i>Le tecniche di diagnosi e di rilevamento intraoperatorio</i> .....	372
<i>La chirurgia robotica</i> .....	373
<i>La telechirurgia</i> .....	375
Bibliografia .....	376
<b>INDICE ANALITICO</b> .....	378

---

# ELENCO DEGLI AUTORI

MARCELLO C. AMBROGI  
Dipartimento Cardio-Toracico  
Divisione di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi di Pisa

LUCA AMPOLLINI  
Dipartimento di Scienze Chirurgiche  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Parma

MARCO ANILE  
Dipartimento di Chirurgia e Trapianti  
“P. Stefanini”  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi “La Sapienza”  
Roma

MARIA TERESA ARATARI  
Dipartimento di Chirurgia e Trapianti  
“P. Stefanini”  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi “La Sapienza”  
Roma

DESIDERIA ARGNANI  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda AUSL-Forlì

KHALIL AYAN  
Department of Cardio-thoracic Surgery  
St. Antonius Hospital  
Nieuwegein (Olanda)

ALESSANDRO BANDIERA  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Istituto Scientifico H San Raffaele  
Università Vita-Salute San Raffaele di  
Milano

DIEGO BIONDINI  
Dipartimento Materno-Infantile  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia Pediatrica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria di  
Modena

ANTONIO BOBBIO  
Dipartimento di Scienze Chirurgiche  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Parma

LUIGI BORTOLOTTI  
Cattedra e Divisione di Chirurgia  
Toracica  
Università degli Studi di Padova

ALFREDO CACCIARI  
Dipartimento Materno-Infantile  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia  
Pediatrica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

PAOLO CARBOGNANI  
Dipartimento di Scienze Chirurgiche  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Parma

CHRISTIAN CASALI  
Dipartimento di Chirurgia Generale  
e Specialità Chirurgiche  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

GIORGIO CAVALLESCO  
Istituto di Clinica Chirurgica  
Scuola di Specializzazione in Chirurgia  
Toracica  
Università degli Studi di Ferrara

PIER LUCA CECCARELLI  
Dipartimento Materno-Infantile  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia  
Pediatrica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

IBRAHIM B. CETINDAG  
Department of Surgery  
Southern Illinois University School  
of Medicine  
Springfield (USA)

DOMENICO CIAMPI  
U.O. di Chirurgia Generale  
Ospedale S.M. Annunziata Firenze

ROBERTO CIROCCHI  
S.C. di Chirurgia Generale  
Ospedale di Cagli (PS)

GIORGIO F. COLONI  
Dipartimento di Chirurgia e Trapianti  
“P. Stefanini”  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi “La Sapienza”  
Roma

MIGUEL CONGREGADO LOSCERTALES  
Servicio de Cirugía General  
y Torácica  
Hospital Universitario Virgen  
Macarena  
Sevilla (Spagna)

MARCELO H. DA FONSECA  
Thoracic Surgery Service  
Clinicas Hospital  
University of São Paulo (Brasile)

TIZIANO DE GIACOMO  
Dipartimento di Chirurgia e Trapianti  
“P. Stefanini”  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi “La Sapienza”  
Roma

DAVIDE DELL'AMORE  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda AUSL-Forlì

DANIELE DISO  
Dipartimento di Chirurgia e Trapianti  
“P. Stefanini”  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi “La Sapienza”  
Roma

STEFANO ELIA  
Dipartimento di Chirurgia  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Policlinico Universitario  
“Tor Vergata” Roma

PAOLO FABBRUCCI  
U.O. di Chirurgia Generale  
Ospedale S.M. Annunziata Firenze

LUIGI FERLA  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Istituto Scientifico H San Raffaele  
Università Vita-Salute San Raffaele  
di Milano

MARY-JO FILICE  
Dipartimento di Chirurgia e Trapianti  
“P. Stefanini”  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi “La Sapienza”  
Roma

GIUSEPPE FONTANA  
Dipartimento di Chirurgia Generale  
e Specialità Chirurgiche  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

FEDERICO FRANCONI  
Dipartimento di Chirurgia e Trapianti  
“P. Stefanini”  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi “La Sapienza”  
Roma

GIUSEPPE GOTTI  
Dipartimento di Chirurgia Cardiotoracica  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria di  
Siena

SALVATORE GRIFFO  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Azienda Universitaria Policlinico  
Università degli Studi “Federico II”  
di Napoli

PAOLO GULLÀ  
S.C. di Chirurgia Generale  
Ospedale di Foligno (PG)

STEPHEN R. HAZELRIGG  
Department of Surgery  
Southern Illinois University School  
of Medicine  
Springfield (USA)

HANS HOFFMANN  
Chirurgische Abteilung  
Thoraxklinik Heidelberg (Germania)

JUNKO HONDA  
Department of Oncological and  
Regenerative Surgery  
Institute of Health Bioscience  
University of Tokushima (Giappone)

THOMAS J. HOWARD  
Department of Surgery  
Indiana University School of Medicine  
Indianapolis (USA)

VINCENZO L. INDRIZZI  
Dipartimento di Chirurgia Generale  
e Specialità Chirurgiche  
II° Servizio di Anestesiologia  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

RAFAEL JIMENEZ MERCHAN  
Servicio de Cirugía General y Torácica  
Hospital Universitario Virgen Macarena  
Sevilla (Spagna)

MICHAEL KLOPP  
Chirurgische Abteilung  
Thoraxklinik Heidelberg (Germania)

CORRADO LAVINI  
Dipartimento di Chirurgia Generale  
e Specialità Chirurgiche  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

SIGERU LEE  
Department of Gastroenterological  
Surgery  
Osaka City University Graduate School  
of Medicine  
Osaka (Giappone)

CARLOS E. LEVISCHI JR.  
Thoracic Surgery Service  
Clinicas Hospital  
University of São Paulo (Brasile)

JESUS LOSCERTALES  
Servicio de Cirugía General y Torácica  
Hospital Universitario Virgen Macarena  
Sevilla (Spagna)

MARCO LUCCHI  
Dipartimento Cardio-Toracico  
Divisione di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi di Pisa

GIUSEPPE MAGNI  
Dipartimento di Chirurgia Generale  
e Specialità Chirurgiche  
II° Servizio di Anestesiologia  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

ALESSANDRO MARCHIONI  
Dipartimento di Oncologia  
ed Ematologia  
Istituto di Tisiologia  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

GIUSEPPE MARULLI  
Cattedra e Divisione di Chirurgia  
Toracica  
Università degli Studi di Padova

ROBERT J. MCKENNA JR.  
Center for Chest Diseases  
Cedars-Sinai Medical Center  
Los Angeles (USA)

FRANCA M.A. MELFI  
Dipartimento Cardio-Toracico  
Divisione di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi di Pisa

MARTA MENGOSZI  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda AUSL-Forlì

KRISTOFER J. MITCHELL  
Department of Surgery  
Southern Illinois University School  
of Medicine  
Springfield (USA)

ANTONELLO MONTANARO  
U.O. di Ortopedia  
Ospedale S. Andrea - Roma

MARCO MONTEVERDE  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda AUSL-Forlì

ULIANO MORANDI  
Dipartimento di Chirurgia Generale  
e Specialità Chirurgiche  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

ALFREDO MUSSI  
Dipartimento Cardio-Toracico  
Divisione di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi di Pisa

PAMELA NATALI  
Dipartimento di Chirurgia Generale  
e Specialità Chirurgiche  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

GIAMPIERO NEGRI  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Istituto Scientifico H San Raffaele  
Università Vita-Salute San Raffaele  
di Milano

LUCIANO NOCENTINI  
U.O. di Chirurgia Generale  
Ospedale S.M. Annunziata Firenze

MARIO NOSOTTI  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Ospedale Maggiore Policlinico,  
Mangiagalli e Regina Elena  
Università degli Studi di Milano

HARUSHI OSUGI  
Department of Gastroenterological  
Surgery  
Osaka City University Graduate School  
of Medicine  
Osaka (Giappone)

GIAN MATTEO PAROLI  
U.O. di Chirurgia Generale  
Ospedale S.M. Annunziata Firenze

PAULO M. PEGO-FERNANDES  
Cardio-thoracic Department  
Medical School of the University  
of São Paulo (Brasile)

FRANCESCO QUARANTOTTO  
Istituto di Clinica Chirurgica  
Scuola di Specializzazione in Chirurgia  
Toracica  
Università degli Studi di Ferrara

FEDERICO REA  
Cattedra e Divisione di Chirurgia  
Toracica  
Università degli Studi di Padova

GAETANO ROCCO  
S.C. di Chirurgia Toracica  
Istituto Nazionale Tumori  
Fondazione Pascale  
Napoli

CIRO RUGGIERO  
Dipartimento di Chirurgia Generale  
e Specialità Chirurgiche  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

MICHELE RUSCA  
Dipartimento di Scienze Chirurgiche  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Parma

STEFANO SANNA  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda AUSL-Forlì

LUIGI SANTAMBROGIO  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Ospedale Maggiore Policlinico,  
Mangiagalli e Regina Elena  
Università degli Studi di Milano

ANNA L. SANTUNIONE  
Istituto di Medicina Legale  
Università degli Studi di Modena  
e Reggio Emilia

JUNICHI SEIKE  
Department of Oncological and  
Regenerative Surgery  
Institute of Health Bioscience  
University of Tokushima (Giappone)

ENRICO SILINGARDI  
Istituto di Medicina Legale  
Università degli Studi di Modena  
e Reggio Emilia

ALESSANDRO STEFANI  
Dipartimento di Chirurgia Generale  
e Specialità Chirurgiche  
Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

MASASHI TAKEMURA  
Department of Gastroenterological  
Surgery  
Osaka City University Graduate School  
of Medicine  
Osaka (Giappone)

AKIRA TANGOKU  
Department of Oncological and  
Regenerative Surgery  
Institute of Health Bioscience  
University of Tokushima (Giappone)

ALBERTO TASSI  
Dipartimento di Chirurgia Generale  
e Specialità Chirurgiche  
II° Servizio di Anestesiologia  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Modena

ANDREINO TASSI  
S.C. di Chirurgia Generale  
Ospedale di Foligno (PG)

ATSUSHI UMEMOTO  
Department of Oncological and  
Regenerative Surgery  
Institute of Health Bioscience  
University of Tokushima (Giappone)

HENRY A. VAN SWIETEN  
Department of Cardio-thoracic Surgery  
St. Antonius Hospital  
Nieuwegein (Olanda)

FEDERICO VENUTA  
Dipartimento di Chirurgia e Trapianti  
“P. Stefanini”  
Cattedra di Chirurgia Toracica  
Università degli Studi “La Sapienza”  
Roma

LUCA VOLTOLINI  
Dipartimento di Chirurgia  
Cardioracica  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Azienda Ospedaliero-Universitaria  
di Siena

GAVIN M. WRIGHT  
Cardiothoracic Care Centre  
St. Vincent’s Hospital Melbourne  
Fitzroy, Victoria (Australia)

PIERO ZANNINI  
U.O. di Chirurgia Toracica  
Istituto Scientifico H. San Raffaele  
Università Vita-Salute San Raffaele  
di Milano

---

# RINGRAZIAMENTI

*Si ringraziano le seguenti aziende per il supporto dato alla realizzazione e distribuzione del volume:*

- ETHICON ENDO-SURGERY – A JOHNSON & JOHNSON COMPANY, Pratica di Mare
- MOVI-WOLF-ERBE, Milano
- OFFICINA DI PROTESI TRENTO, Calliano

*ed inoltre:*

- La Sig.ra Angela Chiapponi per la stesura del testo
- Il Sig. Giancarlo Franchini per le illustrazioni

Alessandro Marchioni, Corrado Lavini, Uliano Morandi

La videotoracoscopia non sarebbe una realtà ormai consolidata da più di un decennio se non avesse ricevuto impulso dalla toracoscopia medica.

Quest'esame, utilizzato da internisti e pneumologi, ha contribuito in modo fondamentale allo sviluppo delle tecniche videoendoscopiche del torace.

Il primo ad usare una fonte di luce per un esame endoscopico fu probabilmente il grande anatomista e chirurgo bolognese Giulio Cesare Aranzi, che nel 1585 utilizzò la luce solare rifratta attraverso un fiasco d'acqua, per esaminare le cavità nasali (Fig. 1).

Il termine "trocar o tre quarti", inteso come un mandrino puntuto dotato di camicia metallica era già noto nel diciottesimo secolo, essendo stato coniato nel 1706.

Nel 1768 George Arnauld de Ronsil impiegò per primo una lampada per esame endoscopico utilizzando una lanterna schermata [1].

Il toracoscopio è da considerarsi un discendente del cistoscopio inventato nel 1807 dall'italiano

Philippe Bozzini per l'esplorazione della vescica e nel quale era utilizzata come sorgente luminosa la luce di una candela riflessa da uno specchio. Lo strumento, denominato "Lichtleiter", conduttore di luce, venne testato per la prima volta a Vienna [2] (Fig. 2).

Un ulteriore miglioramento si effettuò per merito di Antoine Jean Desormeaux, il creatore del termine "endoscopia", che nel 1853 utilizzò una sorgente di luce composta da una lampada che bruciava una miscela di alcol e turpentina e dotata di una lente che concentrava l'effetto luminoso della fiamma.

La prima toracoscopia eseguita sull'uomo fu opera di Sir Francis Richard Cruise che nel 1866 utilizzò l'endoscopio di Desormeaux modificato per l'esplorazione del cavo pleurico attraverso una fistola del torace successiva ad un empiema metapneumonico [3, 4]. Il toracoscopio venne notevolmente perfezionato nel 1886 con l'utilizzo delle lampade ad incandescenza miniaturizzate realizzate da Thomas Edison.



**Fig. 1.** Giulio Cesare Aranzi (1530-1589). Per gentile concessione della Biblioteca dell'Archiginnasio, Bologna



**Fig. 2.** Philippe Bozzini (1773-1809). Per gentile concessione di [www.laparoscopy.com](http://www.laparoscopy.com)

Ma sarà nei primi anni del XIX secolo che la tecnica diventerà codificata. Ne fu artefice l'interista svedese Hans Christian Jacobaeus che utilizzò un rudimentale toracoscopio per ottenere la lisi delle aderenze pleuriche ed una efficace collassoterapia della tubercolosi cavitaria (Fig. 3).

Il primo a riscontrare come il collasso lobare ottenuto in corso di pneumotorace o versamento pleurico fosse in grado di ottenere una remissione della TBC cavitaria fu Carlo Forlanini nel 1882.

Egli stesso successivamente riprodusse il collasso mediante l'induzione di un pneumotorace ottenuto iniettando aria o azoto sotto pressione all'interno del cavo pleurico [5].

Tale tecnica fu in seguito ampiamente utilizzata nel trattamento della tubercolosi.

La presenza di aderenze pleuriche in alcuni pazienti costituiva un ostacolo al fine ideale che la cura pneumotoracica si proponeva: il totale ed armonico collasso polmonare.

Nel 1909, Forlanini scriveva che "le aderenze pleuriche ostacolano la formazione d'un pneumotorace totale e per conseguenza impediscono la messa in riposo completo del polmone trattato col pneumotorace". In considerazione di tali osservazioni, diversi tisiologi eseguirono tentativi finaliz-

zati a liberare il polmone dalle aderenze per ottenere un'efficace collassoterapia.

Il primo tentativo fu ad opera di Rowsing, il quale sezionò con il bisturi due grosse aderenze su un paziente attraverso una larga apertura pleurotomica. Tale esempio fu seguito successivamente da altri tisiologi (Jessen, Schottmuller, Sudeck ed altri) ma tutti questi tentativi furono successivamente abbandonati per l'elevata frequenza di complicanze quali le perforazioni polmonari, le emorragie e l'infezione del cavo pleurico.

Nel 1910 H.C. Jacobaeus pubblica sulla *Munchener Medizinische Wochenschrift* un lavoro intitolato "Sulla possibilità usando un cistoscopio di esaminare le cavità sierose" [6, 7, 8].

Nel 1911 Jacobaeus pubblicò le sue prime esperienze di toracoscopia descrivendo l'aspetto del cavo pleurico normale e di alcune alterazioni patologiche come la pleurite essudativa, il pneumotorace e l'empima. Il primo tentativo di pleurolisi risale al 1913 con tecnica denominata "Intervento di Jacobaeus" che sarà descritta e pubblicata nel 1916.

Tale intervento venne considerato di estrema rilevanza nel trattamento della tubercolosi ed in poco tempo raggiunse un notevole successo.

La tecnica comportava la sedazione del paziente con bromide o luminal, la localizzazione dell'aderenza in fluoroscopia, l'inserimento del toracoscopio utilizzando un primo tre quarti in prossimità di questa e del galvanocauterico, una sorta di progenitore dell'odierno bisturi elettrico, mediante un secondo tre quarti posizionato sulla linea ascellare anteriore. Il galvanocauterico consisteva in una piccola cannula metallica con un anello di platino il quale poteva essere percorso da una corrente elettrica che cauterizzava e sezionava l'aderenza [9]. La pleurolisi durava spesso da una a due ore con un pericolo sempre presente di emorragia, soprattutto se l'azione del galvanocauterico era eccessiva e l'aderenza veniva resecata troppo velocemente.

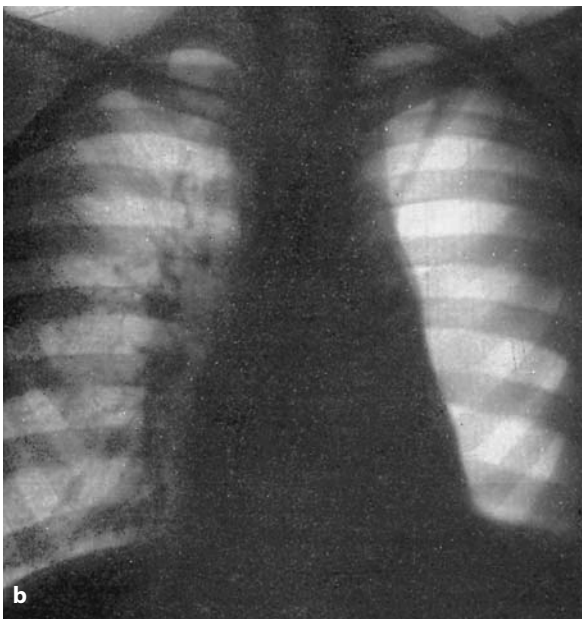
Le ricerche di Unverricht [10] Ackermann e Jacobaeus [11] avevano inoltre dimostrato che aderenze tese possono contenere isole di parenchima alveolare fino a circa 1,5-2 cm di distanza dal loro impianto viscerale. Pertanto, nel caso in cui la sezione cadeva vicino all'impianto viscerale dell'aderenza, il risultato portava ad una sezione di gruppi di alveoli che, coartandosi, erano in grado di determinare perforazione polmonare immediata (per lesione diretta viscerale) o tardiva (per il distacco a distanza dell'escara di ustione).

Proprio in virtù delle non infrequenti complicanze, talora severe, secondarie all'intervento di Jacobaeus, gli studi sull'applicazione diagnostica della toracoscopia furono per lunghi anni particolarmente limitati.



**Fig. 3.** Hans Christian Jacobaeus (1879-1937). Da [6], per gentile concessione di Blackwell Publishing

Per quanto concerne lo strumentario, il presidio più utilizzato fu il torascopio semplice a sistema ottico, composto da un tubo di acciaio di 22 cm di lunghezza e di 0,5 cm di diametro, munito all'estremità distale di una lampada ad incandescenza da 3 V e di un'ottica a visione laterale di 90° (Fig. 4a e b).



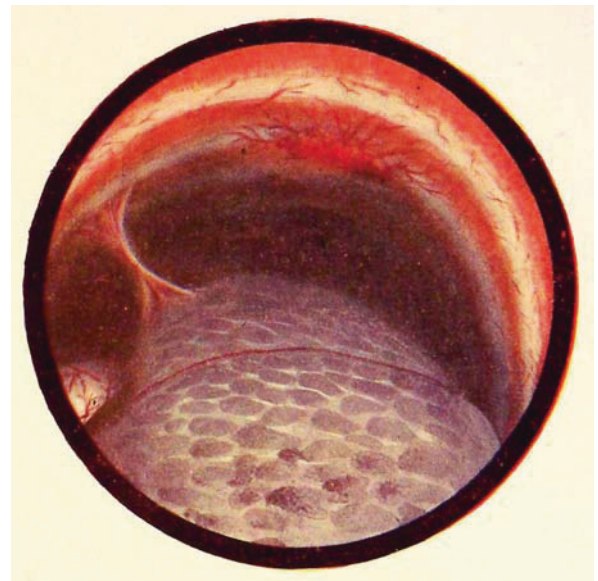
**Fig. 4a, b.** Pleurolisi intrapleurica sec. Jacobaeus. Radiografia eseguita durante e dopo l'intervento. Si osservano il torascopio con il galvanocauterico applicato su un'aderenza laterale (a). Di seguito lo stesso caso dopo pleurolisi: si nota il collasso completo del polmone sinistro (b). Da [11]

Sia in Europa che negli Stati Uniti venne adottata la tecnica di Jacobaeus basata sull'utilizzo delle due cannule. Tale metodica fu modificata ad opera di Davidson e successivamente da Culter che impiegavano un unico foro di entrata e quindi un solo strumento. Il vantaggio della riduzione dei fori di entrata comportò tuttavia una limitata visione dello spazio pleurico.

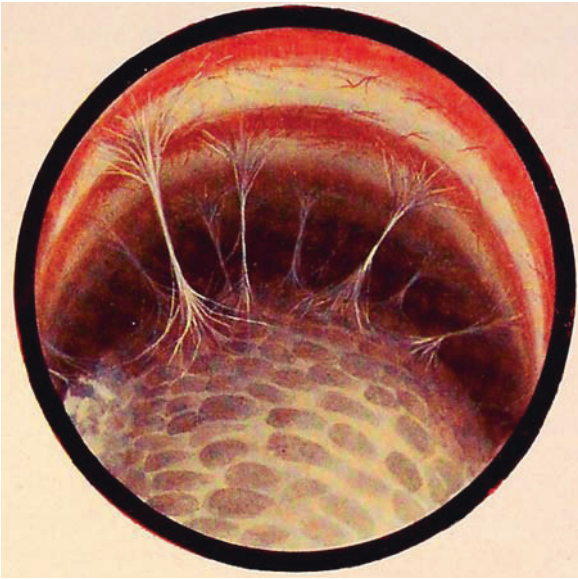
Uno sviluppo successivo ma infruttuoso fu quello di adottare un broncoscopio per effettuare la torascopia. Questo tentativo venne presto abbandonato per l'alta incidenza di complicanze quali l'emorragia fatale. Il pneumologo Felice Cova (1887-1935), ebbe un ruolo fondamentale nello sviluppo della torascopia in Italia e sull'argomento scrisse due volumi ampiamente corredati da illustrazioni a colori: "La torascopia - Operazione di Jacobaeus" [12], pubblicato nel 1927 sull'esperienza acquisita nella torascopia diagnostica e negli interventi di pleurolisi (Figg. 5, 6, 7), e l'"Atlas thorascopicon" [13], pubblicato nel 1928 e contenente una splendida iconografia di disegni endoscopici del cavo pleurico.

Negli anni trenta e quaranta, nonostante che le indicazioni della torascopia rimanessero essenzialmente subordinate al trattamento della tubercolosi cavitaria, alcuni Autori iniziarono ad apprezzare le possibilità diagnostiche della metodica.

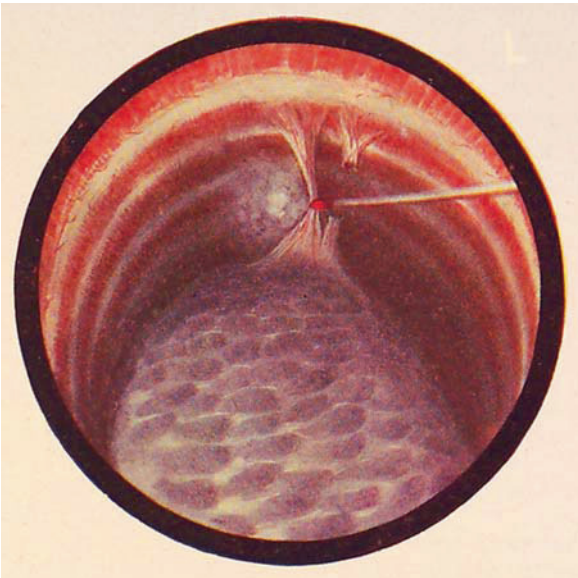
A. Sattler [14], ebbe un ruolo preminente nel definire nel 1937 il contributo della pleuroendo-



**Fig. 5.** Pleurite acuta a placche. Si apprezza un'area ipervascolarizzata a placca sulla pleura parietale costale. Aderenza velamentosa a carico del lobo superiore. Da [13], per gentile concessione di B.C.F.



**Fig. 6.** Pleurite sierofibrinosa secondaria a trauma toracico. Iperemia diffusa della pleura parietale costale con aderenze lasse fibrinose a carico del lobo superiore. Da [13], per gentile concessione di B.C.F.



**Fig. 7.** Tuberculosis cavitaria. Intervento di Jacobaeus. Pleurólisi con galvanocauterio di aderenza cordoniforme apicale. Da [13], per gentile concessione di B.C.F.

scopia nella diagnosi e cura del pneumotorace spontaneo idiopatico.

Lelong, nel 1938, riportò un caso di *situs viscerum inversus* ed in un altro paziente evidenziò un aneurisma dell'aorta discendente.

Sergent, nel 1939, fu in grado di diagnosticare un caso di mesotelioma pleurico mediante prelievo biptico, mentre Fabbri e coll., nel 1942, applicarono la tecnica toracoscopica per accertare istologicamente un caso di neoplasia pleurica e nove casi di tubercolosi.

La collassoterapia ed il trattamento di lisi aderenziale in toracosopia rimasero i trattamenti di elezione della tubercolosi cavitaria fino al 1945, con l'introduzione della terapia antibiotica con streptomicina.

Da quel momento in poi, la toracosopia venne impiegata sempre meno frequentemente nel trattamento tubercolare, mentre fu utilizzata sempre più per nuove indicazioni diagnostiche, in particolare nello studio del versamento pleurico soprattutto in considerazione dell'incrementata incidenza di mesotelioma nei paesi industrializzati.

Nonostante che l'operazione di Jacobaeus venisse gradualmente abbandonata, diversi centri europei mantennero la metodica toracoscopica precisandone le indicazioni, soprattutto diagnostiche, ma ampliando anche le tecniche con l'introduzione della biopsia polmonare e della biopsia mediastinica (Brandt, 1955).

Gli anni settanta videro una ripresa della toracosopia con una reale diffusione dell'endoscopia pleurica, un incremento delle pubblicazioni scientifiche sull'argomento ed un miglioramento delle tecniche, grazie all'impiego della luce fredda.

In questi anni numerosi lavori documentarono la maggiore utilità, in termini diagnostici, della toracosopia rispetto all'agobiopsia pleurica (introdotta da De Francis nel 1955) e alla citologia nel caso di versamento pleurico cronico (Boutin e coll., 1978-1981).

Bloomberg nel 1978 fece uno studio comparativo tra la toracosopia e l'agobiopsia pleurica. Dall'analisi di diverse casistiche, con l'agobiopsia si ottenevano risultati diagnostici in una percentuale oscillante dal 30 al 60%, riguardanti prevalentemente le forme tubercolari con interessamento pleurico diffuso. Nettamente più elevato risultava invece l'indice diagnostico con la toracosopia e comprendeva anche le forme neoplastiche, potendo permettere una diagnosi eziologica nel 74% dei casi [15].

Negli anni 70 furono di particolare interesse gli studi fisiologici sull'andamento dei parametri vitali quali ECG e saturazione ossiemoglobinica che vennero monitorizzati in corso di toracosopia medica. In tali studi l'unica alterazione apprezzabile fu una lieve riduzione della  $\text{SaO}_2$  che non necessitava di correzione con supplemento di ossigeno. Nessuna alterazione elettrocardiografica fu invece riscontrata in corso di esecuzione dell'esame [16].

Il mantenimento di livelli sostanzialmente stabili di saturazione ossiemoglobinica venne messo in relazione alla risposta di vasocostrizione ipossica dei vasi polmonari secondaria al collasso polmonare.

Al 1980 risale il primo “Simposio Internazionale sulla Toracosopia” con l’intento di divulgare agli specialisti pneumologi ed internisti le indicazioni e le tecniche della toracosopia. L’evento fu organizzato da Boutin a Marsiglia ed incontrò un grande favore da parte della classe medica [17].

Nel medesimo periodo la tecnica viene perfezionata con l’utilizzo di toroscopi operativi nei quali l’ottica risultava separata dal canale operatore, rendendo più agevoli e sicure le biopsie endoscopiche.

In quegli anni vennero pubblicati diversi volumi dedicati interamente alla toracosopia tra i quali ricordiamo “La toracosopia diagnostica” di G. Alcozer e A. Dorigoni del 1984, il primo trattato italiano dopo le due monografie pubblicate dal Cova circa 60 anni prima [16, 17].

Sull’onda del successo della videolaparoscopia, tecnica introdotta alla fine degli anni ’80, prende gradualmente corpo un nuovo tipo di indagine torascopica, a valenza essenzialmente chirurgica.

Il passaggio dalla *toracosopia medica*, eminentemente diagnostica, alla *toracosopia chirurgica* di impronta operativa vera e propria avviene infatti agli inizi degli anni ’90: connettendo il torascopio ad un supporto video le fasi dell’intervento vengono seguite sul monitor, permettendo la partecipazione ed il coinvolgimento dell’intera équipe chirurgica, mentre nella toracosopia medica è il solo endoscopista ad avere la visione del campo operatorio. Con l’indispensabile supporto della tecnologia (videocamere miniaturizzate, ottiche di diametro subcentimetrico, strumentazione dedicata ed innovativa rappresentata soprattutto dalle suturatrici meccaniche endoscopiche) la metodica si perfeziona ulteriormente in pochi anni, consentendo l’esecuzione di interventi anche complessi.

La vecchia toracosopia cede pertanto il passo alla *videotoracosopia* (Figg. 8, 9, 10).

Questo nuovo tipo di approccio chirurgico permette con incisioni minime (“*chirurgia mininvasiva*”) di esplorare il cavo pleurico ed i visceri endotoracici garantendo l’esecuzione di interventi anche complessi, assolutamente impensabili con le tecniche endoscopiche non videoassistite dei decenni precedenti.

È una metodica nuova, che si sviluppa con grande rapidità e che viene accolta da grande favore fin dai primi anni. Il videoendoscopio entra nel cavo pleurico attraverso una porta di dimensioni variabili, da 7 a 20 mm: è la “chirurgia del buco della serratura”, la “*keyhole surgery*” degli autori an-



Fig. 8. Tre quarti torascopici

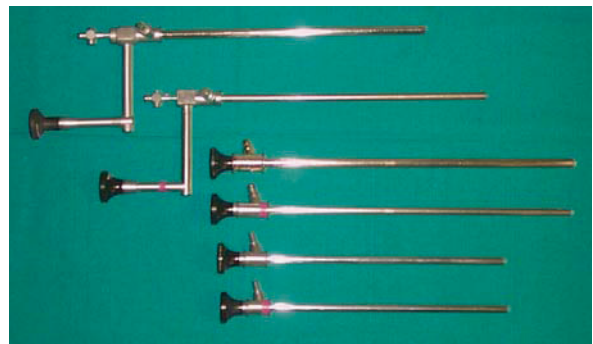


Fig. 9. Toroscopi operativi a baionetta ed ottiche torascopiche

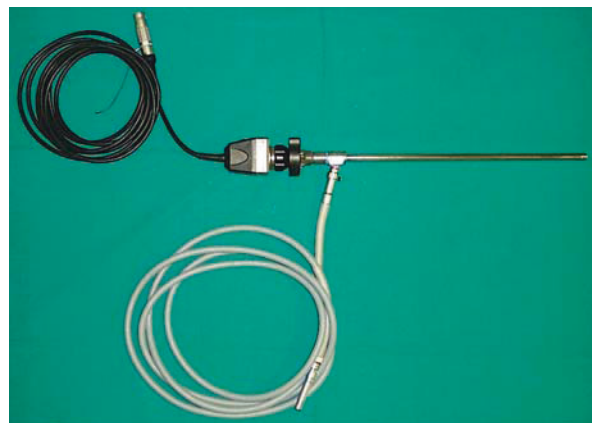


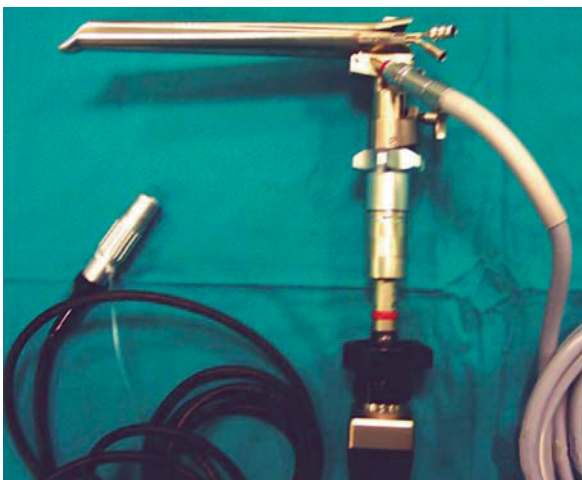
Fig. 10. Videotorascopio

glosassoni, termine che rende bene ed in modo immediato la modalità del nuovo tipo di approccio.

Nel 1992 Autori europei ed americani effettuano i primi interventi sulla pleura, sul polmone, sul mediastino. L'esplorazione videoendoscopica dei compartimenti toracici non si limita al solo cavo pleurico, ma successivamente viene estesa al cavo pericardico (*videopericardioscopia* – VPC) sulla guida dei primi contributi di M.J. Mack e collaboratori nel 1993 [18] ed al compartimento mediastinico (*videomediastinoscopia* – VAM) grazie alle prime esperienze di A. Sortini e collaboratori nel 1994 [19, 20] (Figg. 11, 12).



**Fig. 11.** Spatole di Carlens per mediastinoscopia



**Fig. 12.** Videomediastinoscopio

Ulteriori sviluppi verranno raggiunti associando l'esplorazione video all'approccio convenzionale, comprendendo il tutto nella denominazione di *chirurgia toracica "open" videoassistita*.

In senso lato tutto quanto presupponga l'utilizzo del supporto video verrà compreso nel termine di *chirurgia toracica videoassistita* – VATS.

Il successo della metodica è stato confermato dal nascere di una produzione scientifica sull'argomento via via sempre più consistente.

Non potendo ricordare le varie e numerosissime revisioni casistiche della letteratura, segnaliamo i più importanti contributi monografici, quali *Thoracoscopic Surgery* di L.R. Kaiser e T.M. Daniel (1993), *Minimally Invasive Surgery* di J.G. Hunter e J.M. Sackier (1993), *Minimally Invasive Surgery* di F.M. Steichen ed R. Wetter (1994), *Atlas of Video-Assisted Thoracic Surgery* di W.T. Brown (1994), *Surgical Thoracoscopy* di L. Gossot (1994), *Thoracoscopy for surgeons. Diagnostic and Therapeutic. Infrequent indications* di R.A. Dieter Jr. (1995), *Laparoscopic and Thoracoscopic Surgery* di T.C. Frantzides (1995), *Surgical Thoracoscopy* di R. Inderbitzi (1995), *Videothoracoscopic Surgery* di J. Krasna (1995), *Video-assisted Thoracic Surgery* di W.S. Walker (1999), l'italiano *Videotoracoscopia* di G. Di Falco (1999), *Thoracoscopic Surgery* di D. Wood e T. Marchioro (2000).

Oggi una quota importante degli interventi toracici in urgenza ed in elezione viene effettuata con approccio videoendoscopico: la percentuale varia dal 20 al 30% e sarà suscettibile di un'ulteriore incremento se si raggiungerà una più completa standardizzazione di indicazioni e di tecniche.

Riguardo ai nuovi campi di applicazione la chirurgia toracica videoassistita risulterà sempre più strettamente legata allo sviluppo della cosiddetta "*chirurgia guidata dal computer* – CAS", rappresentata dall'"*augmented reality*", dalla robotica, dalla telechirurgia. Siamo quindi già passati ad una fase molto più complessa e sofisticata rispetto a quella della "*tecnica guidata dalla luce*" o "*light guide technique*" come l'endoscopia era definita nel corso del diciannovesimo secolo.

## Bibliografia

1. Reuter MA, Reuter II J, Engel RM (1999) History of Endoscopy 2nd ed. Stuttgart; Kohlhammer, pp 1-147
2. Bozzini P (1806) Lichtleiter, eine Erfindung zur Anschauung innerer Theile und Krankheiten nebst der Abbildung (Neues Journal der practischen Heilkunde 17 Band). Journal den pract.Arzneykunde und Wundarz-

- neykunst Berlin: CW Hufeland 24 Bd. 1. Stuck: 107-124 (mit 2 Abb, pp 177-178)
3. Gordon S (1866) Clinical reports of rare cases, occurring in the Whitworth and Hardwicke Hospitals: most extensive pleuritic effusion rapidly becoming purulent, paracentesis, introduction of a drainage tube, recovery, examination of interior of pleura by the endoscope. Dublin, Quarterly Journal of Medical Science 41:83-90
  4. Hokschi B, Birken-Bertsch H, Muller JM (2002) Thoracoscopy before Jacobaeus. Ann Thorac Surg 74:1288-1290
  5. Forlanini CA (1882) Contribuzioni della terapia chirurgica della tisi – Ablazione del polmone? Pneumotorace artificiale? Gazz Osp 3:537-707
  6. Ingvar S (1937) Hans Christian Jacobaeus. Acta Med Scandinav Vol XCIII (6):500-504
  7. Jacobaeus HC (1910) Ueber die Moglichkeit die Zystoskopie bei Untersuchung seroser Hohlungen anzuwenden. Muench Med Woch 57:2090
  8. Jacobaeus HC (1921) The cauterization of adhesion in pneumothorax treatment of tuberculosis. Surg Gynaecol Obstet 32:493-500
  9. Jacobaeus HC (1922) The cauterization of adhesion in artificial pneumothorax treatment of pulmonary tuberculosis under thoracoscopic control. Proc R Soc Med 16:45-60
  10. Unverricht W (1925) Technik und Methode der Thorakoskopie. Vogel, Leipzig
  11. Costantini G, Redaelli M (1932) Atlante clinico-radiologico della tubercolosi polmonare. Ed Stabilimenti Poligrafici Riuniti, Bologna
  12. Jacobaeus HC (1925) Die Thorakoskopie und ihre praktische Bedeutung. Ergeb Ges Med 7:122-166
  13. Cova F (1927) Toracosopia. Operazione di Jacobaeus. Sperling & Kupfer, Milano
  14. Cova F (1928) Atlas thoracoscopicon. Sperling & Kupfer, Milano
  15. Sattler A (1937) Zur Behandlung des Spontanpneumothorax mit besonderer Berucksich in Thorakoskopie. Beitr Klein Tuberk 89:395-408
  16. Bloomberg AE (1978) Thoracoscopy in perspective. Surg Gyn Obst 147:433-443
  17. Alcozer G, Dorigoni A (1984) La toracosopia diagnostica. Nardini Editore, Firenze
  18. Tassi GF, Marchetti GP (1999) Storia della toracosopia. In: Di Falco G (ed) Videotoracosopia. Indicazioni e tecniche chirurgiche. Masson, Milano, pp 1-10
  19. Mack MJ, Landreneau RJ, Hazelrigg SR et al (1993) Video thoracoscopic management of benign and malignant pericardial effusions. Chest 103:390S-393S
  20. Sortini A, Navarra G, Santini M et al (1994) Video-assisted mediastinoscopy. A new video application in minimally invasive surgery. Minerva Chir 49:803-805
  21. Venissac N, Alifano M, Mouroux J (2003) Video-assisted mediastinoscopy: experience from 240 consecutive cases. Ann Thorac Surg 76:208-212

Ciro Ruggiero

## Premesse

I progressi ottenuti nella produzione di apparecchiature video sempre più sofisticate e di strumenti chirurgici sempre più complessi e dimensionalmente contenuti hanno permesso lo sviluppo della chirurgia videoassistita. Parallelamente alle altre discipline della chirurgia generale anche la chirurgia toracica ha subito questo processo evolutivo. È passato quasi un secolo da quando fu eseguito il primo intervento di toracosopia dal medico svedese Hans Christian Jacobeus (1913) e parallelamente allo sviluppo tecnologico vi è stato un continuo perfezionamento delle tecniche chirurgiche. Negli ultimi venti anni abbiamo assistito all'evoluzione della videotoracosopia (VATS). La chirurgia videotoroscopica non vuole in alcun modo sostituirsi alla chirurgia toracica convenzionale ma rappresenta solo un approccio differente che consente di avere vantaggi molteplici e peculiari rispetto a quello tradizionale.

Questo capitolo si compone di una descrizione generale ed accurata dello strumentario e delle apparecchiature utilizzate in chirurgia videotoroscopica considerando che la loro perfetta conoscenza contribuisce in maniera determinante alla buona riuscita dell'intervento stesso.

## Apparecchiature di video-imaging

Quando si parla di video-imaging ci si riferisce alla "capacità da parte di un sistema di raccogliere un segnale ottico, di poterlo convertire in un segnale elettrico (digitale o analogico) da poter poi far viaggiare a distanza (via radio e/o via cavo) e di convertirlo nuovamente rendendolo intelligibile". È importante che l'immagine una volta acquisita sia mostrata agli operatori con la migliore risoluzione possibile e senza fenomeni di distorsione [1, 2]. Le immagini visualizzate possono a loro volta essere immagazzinate come fotografie oppure filmati video mediante supporti a lettura magnetica (videoregistratore, hard-disk di personal computer) oppure su supporti a lettura ottica (CD-Rom, DVD-Rom).

Ogni sistema di video-imaging comprende:

- Ottica
- Telecamera
- Sorgente luminosa
- Monitor
- Supporto di registrazione a lettura ottica e/o magnetica

### Ottica

L'ottica toroscopica è rappresentata da un contenitore cilindrico al cui interno sono collocate una serie di lenti separate da spazi aerei. In questi spazi il segnale luminoso si rifrange fino a raggiungere la sua porzione prossimale dove si trova l'oculare. In esso è racchiusa una lente che ci permette di magnificare l'immagine a decine d'ingrandimenti. Sempre nell'ottica è presente un canale al cui interno viaggia la luce proveniente dal generatore. Il canale può essere a localizzazione centrale o circonferenziale. Tale canale è provvisto al suo estremo prossimale di un raccordo che permette il collegamento mediante un cavo a fibre ottiche al generatore di luce.

Il criterio di classificazione delle ottiche è il diametro e l'angolo di visione. Il diametro può variare da 1,7 mm (*needlescope*) sino a 10 mm (Fig. 1),

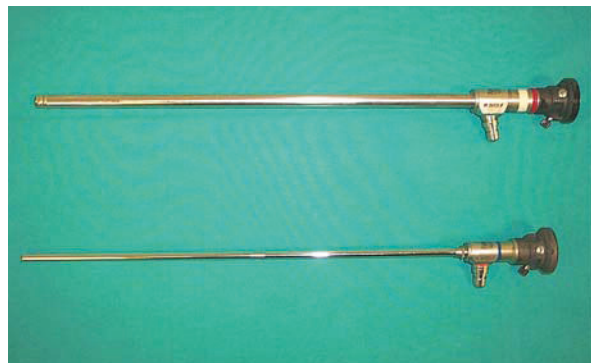


Fig. 1. Ottica da 10 mm (in alto) e da 5 mm (in basso)

mentre l'angolo di visione può variare da 0° fino a 120° (Fig. 2).

In alternativa alle ottiche rigide vi sono anche le ottiche flessibili che tuttavia non hanno ancora avuto una larga diffusione a causa della loro minor luminosità e risoluzione rispetto a quelle rigide [1].

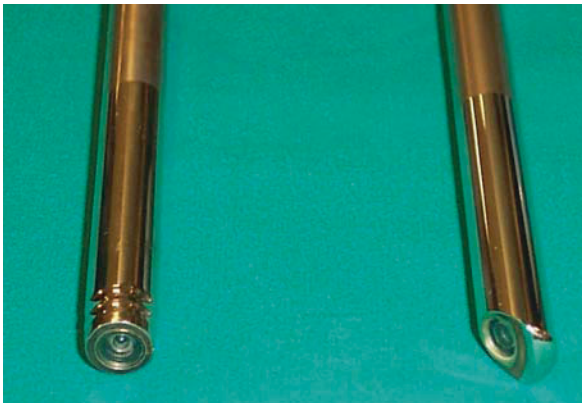
In corso d'intervento quale è l'ottica che deve essere utilizzata? Una risposta ben precisa a tale domanda non è possibile darla. Se da un lato l'ottica da 10 mm ci consente di avere la miglior risoluzione e luminosità, dall'altro possiamo comunque eseguire con successo interventi di simpaticectomia o di biopsie linfonodali mediastiniche utilizzando un'ottica da 5 mm [1, 3].

L'utilizzo dell'ottica di 1,7 mm per alcuni chirurghi non è consigliabile a causa della bassa risoluzione che essa potrebbe offrire [1].

La maggior parte degli interventi vengono eseguiti utilizzando ottiche con angolo di visione a 0°, tuttavia alcune volte ci sono particolari circostanze che richiedono l'utilizzo di ottiche con visione obliqua. Con tali ottiche viene ridotto in maniera considerevole l'angolo morto offrendo una visione più naturale delle regioni e delle diverse strutture anatomiche.

Per avere una visione più estesa sono state messe a punto delle ottiche con estremità mobili, capaci di muoversi fino ad ottenere un angolo di 90°. Questi strumenti oltre ad avere un costo più alto offrono una risoluzione più bassa rispetto alle ottiche tradizionali [1, 4, 5].

È opportuno segnalare che una volta introdotta l'ottica nel cavo pleurico essa ha la tendenza ad appannarsi. Ciò è legato alla differenza di temperatura tra l'ottica e il cavo pleurico stesso. È possibile ovviare a tale inconveniente immergendo l'ottica in acqua calda alcuni secondi prima dell'introduzione in cavo ed apponendo all'estremo distale dei prodotti specifici anti-appannanti (antifog).



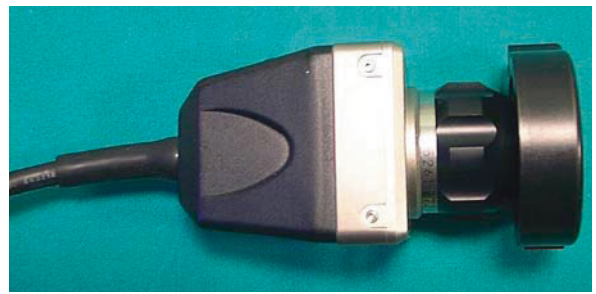
**Fig. 2.** Ottica con angolo di visione a 0° (sinistra) e 30° (destra)

## Videocamera

La videocamera costituisce lo strumento nel quale l'immagine catturata viene convertita in un segnale elettrico. Il segnale elettrico viene inviato ad un processore video capace di inviarlo a diversi dispositivi ad esso collegato (es. monitor, registratore video, PC, stampanti). È di fondamentale importanza che la videocamera abbia la maggior risoluzione possibile unitamente ad una ridotta sensibilità a disturbi e/o interferenze elettriche esterne. Un'altra importante caratteristica è rappresentata dal ridotto ingombro e dal minor peso a tutto vantaggio della maggior maneggevolezza del dispositivo durante l'intervento. All'interno della videocamera vi è un dispositivo denominato *charged couple device (CCD)*. Esso è costituito da un microchip che genera delle piccole correnti quando viene colpito dai fasci luminosi provenienti dall'ottica; le piccole correnti che si generano al passaggio della luce sono direttamente proporzionali all'intensità del fascio luminoso stesso [3].

Le prime videocamere utilizzate erano di tipo *single chip (CCDs)* mentre quelle più recenti sono di tipo *three chip (3CCD) camera heads* (Figg. 3 e 4).

Le videocamere 3CCD al loro interno sono composte da una lente prismatica che scompone la luce nelle sue tre componenti fondamentali (ros-



**Fig. 3.** Videocamera single-chip (CCDs)



**Fig. 4.** Videocamera three-chip (3CCD)

so, verde, blu) ognuna delle quali va catturata da un corrispettivo CCD. Il segnale elettrico che viene inviato all'unità di decodifica è molto più complesso delle videocamere CCD, così come la decodifica dell'immagine è molto più laboriosa. Tutto questo si traduce in una migliore qualità delle immagini le quali sono caratterizzate da un basso livello di rumore (*noise level*), dalla massima fedeltà nella riproduzione dei colori e da una maggiore risoluzione grafica [3, 5]. Ogni telecamera è provvista di un supporto di aggancio all'ottica toroscopica. La connessione tra il corpo della videocamera e l'ottica toroscopica sterilizzata viene protetta da un involucro sterile di materiale plastico. Sulla parte centrale del corpo sono collocati dei pulsanti ai quali possono essere attribuite molteplici funzioni come il bilanciamento del bianco, il controllo manuale del guadagno e della luminosità, il controllo a distanza del supporto di registrazione video, il controllo dello zoom.

I modelli più recenti di telecamera sono già provvisti di sistemi automatici di bilanciamento del bianco e della luminosità. Il segnale viene poi inviato all'unità di decodifica video (Fig. 5).

Il formato attraverso il quale il segnale viene inviato può essere:

- composito
- S-Video (Super-VHS, Y-C)
- RGB
- YUV

Nel *formato composito* il segnale video è costituito da due sole componenti che sono il segnale del sincronismo e il segnale del colore. I due segnali viaggiano insieme attraverso un unico cavo, ed il vantaggio è proprio quello di poter trasferire il segnale video anche su lunghe distanze senza che questo si attenui eccessivamente. Il segnale è perfettamente compatibile e riproducibile sulla maggior parte degli impianti televisivi domestici. Gli svantaggi sono rappresentati da un segnale con una larghezza di banda ridotta che determina una bassa qualità d'immagine, un aumento del rumore di fondo e della distorsione [3, 5].



Fig. 5. Unità di decodifica video (Storz)

Nel *formato S-Video (S-VHS)* il segnale della luminanza (Y) e quello della crominanza (C) viaggiano separatamente. Tale accorgimento determina un aumento della larghezza di banda migliorando il rapporto segnale/rumore e riducendo le interferenze tra i due segnali. Questo porta ad un miglioramento della qualità d'immagine a discapito della possibilità di far viaggiare il segnale su cavi particolarmente lunghi.

Nel *formato RGB* i segnali della luminanza e di ogni singolo colore fondamentale (Red-Green-Blue) viaggiano su cavi indipendenti e separati. Questo porta alla possibilità di vedere delle immagini di ottima qualità, ben definite nei dettagli e nei colori, con una maggiore profondità di campo. Questo formato è indicato per la visualizzazione delle immagini su monitor e per stampanti video.

Gli svantaggi dell'utilizzo di tale formato sono rappresentati dai maggiori costi, dalla impossibilità di far viaggiare il segnale video su lunghe distanze, dalla impossibilità di utilizzarlo su videocamere CCDs e su monitors che non abbiano l'ingresso RGB [3].

Il *formato YUV* è costituito da tre componenti video: la luminanza (Y) e i due canali di crominanza (U e V); ognuna di esse viaggia separatamente. I vantaggi sono pressoché identici a quelli del formato RGB, ma con dei costi un po' più contenuti. L'utilizzo di tale formato è indicato per i sistemi di registrazione video.

## Generatore di luce

Il generatore di luce è un dispositivo che permette di illuminare attraverso il toroscopio l'interno della cavità toracica (Fig. 6). Esso deve avere una potenza luminosa tale da permettere una visione ottimale, in più deve possedere un sistema di con-



Fig. 6. Generatore di luce con lampada allo xenon (Wolf)

trollo automatico della luminosità ed una lampada di riserva.

Questo consente di mettersi al riparo da eventuali black-out che si possono verificare in corso d'intervento determinati da guasti alla lampada principale. Le lampade utilizzate possono essere: *alogene, allo xenon e a vapori di mercurio*.

Esse differiscono per il colore, per la potenza luminosa, per i costi e per le condizioni operative [3, 5].

È di fondamentale importanza garantire al generatore di luce un ricircolo di aria ottimale che eviti il surriscaldamento dello stesso; tutti i generatori sono comunque provvisti di un termostato che spegne l'apparecchio in caso di surriscaldamento.

### Cavo a fibre ottiche

Il cavo a fibre ottiche è quello strumento che consente la trasmissione della luce dal generatore all'apparecchio videoendoscopico. È costituito da un nucleo interno costituito da un fascio di fibre ottiche e da un nucleo esterno rappresentato da una guaina impermeabile (Fig. 7).

Anche se il cavo risulta flessibile è comunque un dispositivo molto delicato in quanto eccessive sollecitazioni meccaniche possono determinare la rottura delle fibre stesse. Lo stesso discorso vale per le eccessive temperature in quanto possono alterare la guaina impermeabile consentendo al vapor acqueo oppure a soluzione antisettiche di penetrare tra le fibre ottiche.



**Fig. 7.** Cavo a fibre ottiche

### Monitor

Il monitor è il dispositivo che ci consente la visualizzazione delle immagini trasmesse dalla videocamera. È un componente di fondamentale importanza in quanto più sarà elevato il suo potere di risoluzione più definita sarà l'immagine. Il monitor può essere a cinescopio e a cristalli liquidi – LCD (Fig. 8).

I monitors che attualmente vengono utilizzati hanno dimensioni che vanno dai 14 ai 20 pollici con una risoluzione che va dalle 450 alle 750 linee, tuttavia si stanno studiando sistemi sempre più sofisticati che consentano di arrivare fino a 1200 linee di risoluzione [3, 5].

Il segnale d'ingresso può essere di tipo composto, S-VHS oppure RGB.

### Sistemi di archiviazione delle immagini

Le immagini trasmesse dalla videocamera e visualizzate dal monitor possono essere registrate da svariati dispositivi. Essi consentono non soltanto la



**Fig. 8.** Nella colonna video si osserva al centro il monitor a cinescopio e lateralmente il monitor LCD (Wolf)

possibilità di ottenere una documentazione iconografica a fini didattici e/o di ricerca ma di poter rivedere nei dettagli le diverse fasi dell'intervento eseguito consentendo il miglioramento della tecnica adottata [2, 3].

Tali sistemi sono rappresentati da dispositivi analogici e digitali. L'evoluzione della tecnologia ci ha consentito di passare dalla semplice immagine statica documentata da una fotografia fino alla raccolta di video immagazzinati su supporti magnetici oppure ottici.

Il segnale video raccolto dalla videocamera viene inviato all'unità di decodifica video, processato ed inviato contemporaneamente al monitor e al sistema di archiviazione.

Tale sistema di archiviazione ci offre la possibilità di immagazzinare le sequenze di immagini catturate come fotografie oppure come filmati video.

Nel primo caso parliamo di stampanti video, nel secondo parliamo di registratori video [3].

Nelle stampanti video il segnale proveniente dall'unità di decodifica viene processato ed elaborato in formato digitale per poter essere riprodotto su speciali carte fotografiche. Esse possono essere del tipo *a getto d'inchiostro (ink jet)* oppure *a stampa termica*. La riproduzione ottimale avviene solamente con segnali d'ingresso RGB oppure S-VHS.

Nei registratori video il segnale video viene convertito in un segnale analogico che a sua volta viene immagazzinato in un nastro magnetico.

Esistono diversi sistemi di videoregistrazione tuttavia tra questi il VHS è quello più diffuso in quanto il meno costoso; tuttavia esso ha anche la definizione più bassa (Fig. 9).

In alternativa a questo sistema vi è il sistema S-VHS che offre il miglior rapporto qualità/prezzo e probabilmente rappresenta la scelta migliore. I sistemi di videoregistrazione come l'*U-Matic* oppure il *Sony RGB Betacam* non vengono ormai più utilizzati perché notevolmente costosi e di maggiore ingombro [3, 5]. Oggi grazie ai continui progressi e allo sviluppo della tecnologia informatica sono presenti nelle sale operatorie supporti di re-



**Fig. 9.** Dispositivo di videoregistrazione su nastro tipo VHS

gistrazione video a costi sempre più contenuti e di dimensioni sempre più ridotte. In tal modo è possibile digitalizzare ed elaborare via software attraverso una workstation PC le immagini e i filmati e archivarle su supporti a lettura ottica (CD-Rom, DVD) mantenendo un rapporto qualità/prezzo ottimale (Fig.10).

## Strumentario

L'utilizzo di strumenti di dimensioni sempre più contenute, di ottima maneggevolezza, di facile impiego e con costi sempre più contenuti è di fondamentale importanza per questo tipo di chirurgia.

La strumentazione viene grossolanamente suddivisa in due categorie: *strumenti convenzionali* e *strumenti dedicati*.

Gli strumenti convenzionali sono quelli che normalmente si utilizzano per la chirurgia "open" e possono essere utilizzati in corso di interventi di chirurgia mininvasiva videoassistita [1, 4, 6]. Gli strumenti dedicati sono quelli appositamente studiati per l'utilizzo in corso di interventi di videotoroscopia.



**Fig. 10.** Colonna video di ultima generazione che attraverso l'utilizzo di una workstation PC ci consente di archiviare le immagini e i filmati video su supporto DVD-Rom (Wolf)

Lo strumentario si può anche distinguere in *disponibile (monouso)* e *non disponibile (pluriuso)*. Nel primo caso gli strumenti non hanno bisogno di manutenzione, sono di quasi assoluta affidabilità e di immediata disponibilità tuttavia presentano costi più elevati. Nel secondo caso i costi sono più contenuti anche se l'uso prolungato porta ad un inevitabile deterioramento degli strumenti con riduzione della loro efficacia e una disponibilità più ridotta a causa dei tempi di pulizia e sterilizzazione [5].

## Trocars

Sono dispositivi che hanno la funzione di creare una immediata porta di accesso al cavo pleurico (4, 5). Sono costituiti da un solido mandrino rivestito da una camicia che può essere rigida o flessibile. L'estremità distale del mandrino si presenta smussa al fine di evitare danni al parenchima polmonare sottostante; il loro calibro può variare da 7 a 20 mm.

La camicia consente il mantenimento dell'accesso al cavo pleurico attraverso gli spazi intercostali. In tal modo l'introduzione e l'utilizzo dei diversi strumenti impiegati in corso d'intervento avviene con maggiore facilità. I trocars con camicia rigida sono dotati di una filettatura atraumatica al fine di evitarne la dislocazione. I trocars a camicia flessibile hanno un sistema meccanico di espansione del mandrino che evita la dislocazione della stessa camicia durante l'accesso toracico (Fig. 11).

I trocars valvolati laparoscopici non sono adatti all'utilizzo in videotoracoscopia. La loro punta affilata e tagliente può causare danni al parenchima polmonare e la loro eccessiva lunghezza può interferire con una visione ottimale del capo opera-

torio (1). In rari casi (es. chirurgia pediatrica) in cui non sia possibile la ventilazione monopolmonare selettiva e si induce un pneumotorace attraverso l'insufflazione di anidride carbonica a bassi flussi (1l/min) e a basse pressioni (4-8 mmHg) è possibile utilizzare questi trocars (4).

Anche questi strumenti possono essere monouso oppure pluriuso. Il mandrino può essere a punta tagliente oppure no. I trocars a punta tagliente sono monouso e provvisti di un mandrino alla cui estremità distale è presente una lama piatta e affilata con uno scudo a molla. Tale scudo ha lo scopo di coprire la punta piatta e affilata per proteggere le strutture interne da perforazioni o lacerazioni una volta entrati in cavità toracica.

Il calibro ha una misura compresa da 5 a 12 mm. La camicia del trocar contiene una guarnizione esterna ed una valvola interna a tenuta stagna che riducono al minimo la perdita di gas durante l'inserimento o l'estrazione di strumenti. L'estremo prossimale del trocar ha una valvola a rubinetto per l'insufflazione del gas e di una leva per la desufflazione (Fig. 12).

## Pinze

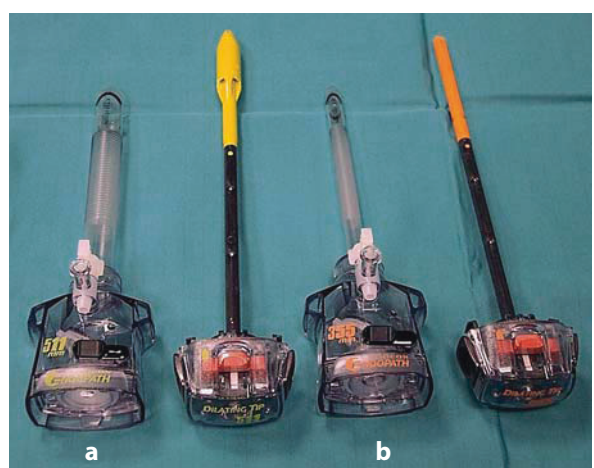
Questi strumenti si distinguono in: *pinze da presa*, *da dissezione* e *da biopsie*.

Hanno un calibro variabile dai 5 ai 10 mm e possono essere monouso o pluriuso.

Le caratteristiche fondamentali sono rappresentate dalla *lunghezza* (la lunghezza è inferiore alle pinze utilizzate in videolaparoscopia), dalla *forma*, dal *morso* (traumatico oppure atraumatico), dal sistema di *bloccaggio* (autostatico o non autostatico),



**Fig. 11.** Trocar a camicia flessibile tipo *flexipath* (in alto - Ethicon) e trocar a camicia rigida tipo *Toracoport* (in basso - Autosuture)



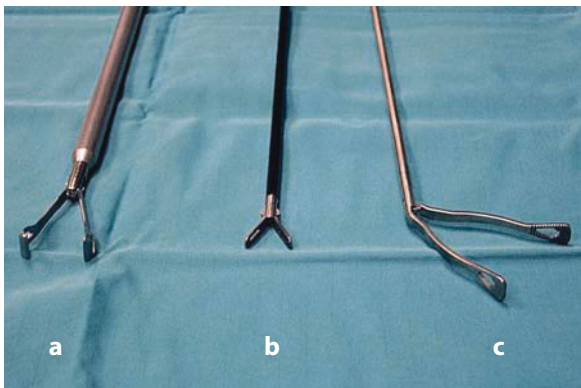
**Fig. 12.** Trocars laparoscopici con mandrino a punta dilatante da 12 mm (a) e 5 mm (b) tipo *Endopath* (Ethicon)

dall'impugnatura (ad y oppure a pistola), dalla presenza o meno del *connettore per l'elettrobisturi* nonchè del *sistema di rotazione dello stelo a 360°* ed in 12 posizioni [4, 5, 6].

Le *pinze da presa* sono utilizzate per afferrare e tenere in tensione in modo atraumatico e localizzato i tessuti. Esse differiscono soprattutto nella forma del morso; abbiamo la pinza ad anello, la pinza di Babcock, la pinza di Anvil, la pinza di Duvall (Fig. 13).

Le *pinze da dissezione* vengono utilizzate per la separazione dei piani tissutali. La presenza su di esse del *connettore per l'elettrobisturi* consente di eseguire l'emostasi contemporaneamente alle manovre di dissezione. Il morso è di tipo traumatico e può essere curvo (Fig. 14) oppure retto.

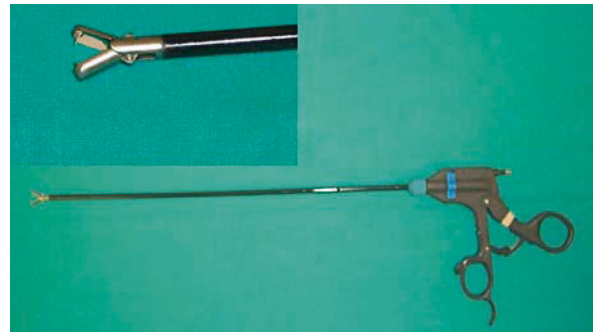
Le *pinze da biopsia* ci consentono di eseguire piccoli prelievi tissutali per uso istologico. Il morso è costituito da due branche contrapposte a forma di scodella, provviste o meno di dentellatura, al fine di raccogliere il materiale prelevato (Fig. 15).



**Fig. 13.** Pinze da presa di di Babcock (a), di Anvil (b), di Duvall (c)



**Fig. 14.** Pinze di Kelly



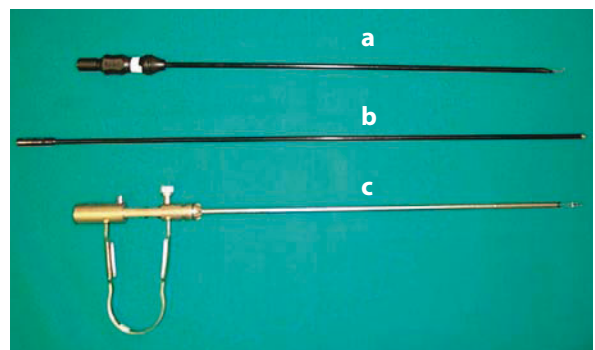
**Fig. 15.** Pinza bioptica

## Elettrobisturi

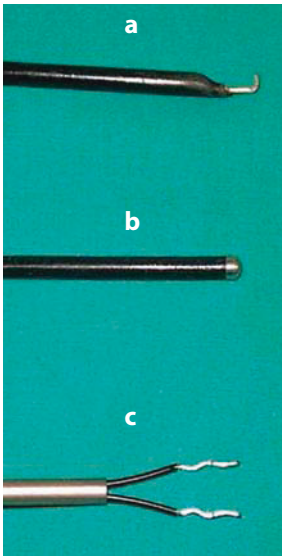
L'elettrobisturi è uno strumento che può essere utilizzato tanto per l'emostasi quanto per la dissezione. Può essere di tipo monopolare oppure bipolare.

Nell'*elettrobisturi monopolare* l'elettrodo che lavora sui tessuti costituisce il terminale positivo mentre sulla coscia del paziente viene applicata una placca conduttrice che funge da terminale negativo. L'elettrodo positivo è isolato elettricamente dall'impugnatura dello strumento ed ha di solito una forma uncinata che permette di agganciare e trazionare i tessuti. La forma dell'elettrodo positivo può essere del tipo a bottone, ad uncino oppure a spatola (Figg. 16 e 17). La forma a bottone ci consente di distribuire la corrente su una superficie più ampia ma in minor profondità [4, 5]. Nell'*elettrobisturi bipolare* il trasferimento delle correnti avviene attraverso una pinza di cui una branca costituisce l'elettrodo positivo e l'altra l'elettrodo negativo, in tale maniera si evitano dannose dispersioni di corrente. L'impugnatura della pinza è isolata elettricamente.

L'utilizzo dell'elettrobisturi può essere associato all'uso di altri strumenti (es. pinze da dissezione, forbici) semplicemente raccordando il cavo del terminale



**Fig. 16.** Elettrobisturi monopolare ad uncino (a), a bottone (b), bipolare (c)



**Fig. 17.** Dettaglio dell'estremità distale dell'elettrobisturi monopolare ad uncino (a), a bottone (b), bipolare (c)

positivo ad un terminale elettricamente isolato presente sull'impugnatura. L'elettrobisturi bipolare è raramente usato in VATS. Viene utilizzato regolarmente in tutti i pazienti portatori di elettrostimolatori cardiaci per evitare di creare pericolose dispersioni di corrente che interferiscano con il buon funzionamento del pacemaker. L'utilizzo avviene anche nei casi di pazienti portatori di patologia paraspino (ernie discali toraciche, tumori neurogenici paraspinosi) per prevenire danni a carico dei tessuti del sistema nervoso centrale [5, 6] ed in corso di chirurgia pericardica.

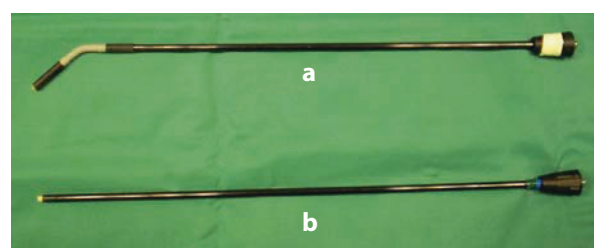
Un altro dispositivo che non viene utilizzato routinariamente è l'elettrobisturi ad argon (ABC-argon-beam-coagulator). Il suo utilizzo è limitato alla induzione di una pleurodesi termica oppure per arrestare i sanguinamenti pleurici a nappo [6]. Il sistema differisce dall'elettrobisturi standard perché la corrente non viene trasmessa direttamente dall'elettrodo ai tessuti, ma attraverso un sottile strato di argon, un gas inerte, che la distribuisce in modo superficiale ed uniforme senza ledere le strutture circostanti. Il manipolo può essere a stelo retto oppure curvo. L'estremità prossimale possiede un terminale per l'elettrofizzazione ed un terminale di raccordo per l'immissione del gas. Distalmente si raccorda ad uno stelo con due canali concentrici ed isolati elettricamente; nel canale centrale vi scorre l'elettrodo mentre nel canale esterno vi scorre il gas insufflato (Figg. 18 e 19).

### **Bisturi ad ultrasuoni (Ultracision)**

Il bisturi ad ultrasuoni è un complesso sistema ad alta tecnologia che permette di tagliare, coagulare



**Fig. 18.** Elettrobisturi a gas argon (Erbe)



**Fig. 19.** Manipolo dell'elettrobisturi ad argon a stelo curvo (a) e a stelo retto (b)

e disseccare [5]. L'energia fornita al manipolo viene generata da una centralina capace di elaborare un impulso ad alta frequenza di circa 55 kHz (Fig. 20).

Tale impulso raggiunge la punta della lama nel cui interno è presente il trasduttore costituito da una sottile lamina di materiale piezoelettrico; esso converte l'energia elettrica in energia meccanica. L'energia trasmessa ai tessuti induce la rottura delle catene di idrogeno che porta alla denaturazione delle proteine cellulari. In tal modo si ottiene la coagula-

zione dei tessuti che se prolungata porta a generare calore e conseguentemente all'effetto taglio [6].

I principali fattori da tenere in considerazione sono rappresentati dal livello di energia generata, dalla pressione esercitata sul tessuto e dal tempo di azione.

È fondamentale tenere in considerazione che l'energia termica sviluppata da tale strumento è inferiore a quella generata dal bisturi elettrico, pertanto il danno termico che si genera a carico dei tessuti circostanti è notevolmente più basso. Questo porta alla formazione di una minore quantità di fumo con conservazione ottimale della visuale endoscopica [5, 6].

Le lame utilizzate per la sezione possono essere ad uncino, a sfera, a forbice. Nella lama a forbice troviamo una branca fissa, smussa, di aspetto piatto ed una mobile, di aspetto affilato ed appuntito.

La parte mobile contiene il trasduttore mentre la parte fissa è inerte. Comprimendo i tessuti tra le due branche si ottiene il taglio oppure il coagulo (Fig. 21).



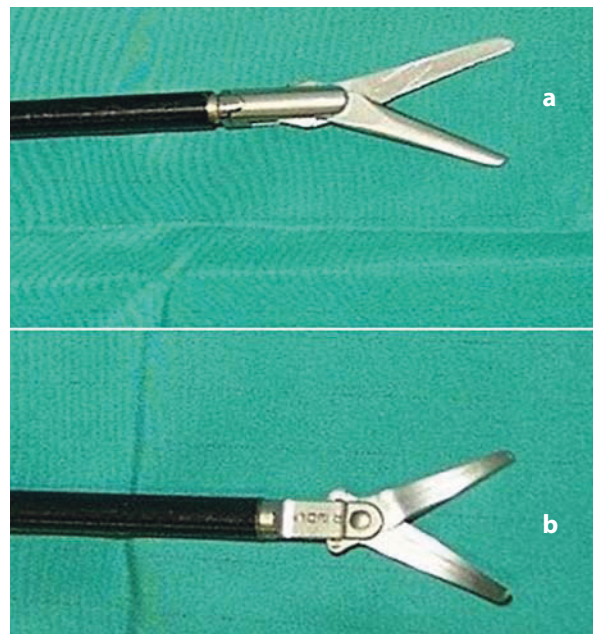
**Fig. 20.** Generatore elettronico di ultrasuoni (Ethicon Endosurgery)



**Fig. 21.** Bisturi ad ultrasuoni (Ultracision-Ethicon Endosurgery). In alto si osserva il particolare dell'estremità distale

## Forbici

Vengono impiegate di solito per la dissezione e la mobilizzazione di grosse strutture in corso d'intervento e possono essere distinte in convenzionali oppure dedicate, monouso o riutilizzabili; possono essere di forma retta oppure curva (Fig. 22), con un morso ad uncino, a cesoia e di tipo Metzembbaum (Fig. 23). Le forbici a cesoia vengono usate prevalentemente per sezionare fili metallici (es. ago di Kopans). Questi ultimi vengono posizionati sotto guida TC e vengono utilizzati come elementi di repere per lesioni nodulariformi intraparenchimali e di difficile individuazione.



**Fig. 22.** Forbici rette (a) e curve (b)



**Fig. 23.** Forbice tipo Metzembbaum (in alto) e a cesoia (in basso)

Le forbici possono anche essere elettrificabili oppure no. In tal modo possono avere la funzione sia di taglio che di coagulo. Le forbici elettrificabili possono disporre di uno o due terminali a seconda che esse siano monopolari oppure bipolari. Le forbici elettrificabili bipolari sono strutturalmente più complesse in quanto l'isolamento elettrico dello strumento deve impedire la dispersione di correnti elettriche sia verso il paziente che verso l'operatore in corso di manovre di dissezione [2, 5].

### Suturatrici meccaniche

L'evoluzione di suturatrici meccaniche endoscopiche sempre più efficaci ed affidabili è stato promotore di un più rapido sviluppo della VATS nell'ambito della patologia polmonare. Il loro utilizzo permette le resezioni parenchimali polmonari e dei vasi sanguigni garantendo un controllo ottimale dell'emostasi e dell'aerostasi. A seconda delle caratteristiche e dello spessore del tessuto su cui esse devono agire le suturatrici meccaniche si distinguono in *parenchimali*, *vascolari* e *bronchiali*.

Le suturatrici per parenchima sono provviste di un estremo distale costituito da due ganasce contrapposte, di uno stelo e di una impugnatura a pistola. In una delle due ganasce si colloca una carica con due triple file contrapposte di sottili punti metallici al titanio. La carica può essere di varia lunghezza (da 35 a 60 mm), con un numero di punti variabile e con altezza diversa (Figg. 24 e 25).

In mezzo alle due triple file di punti può passare o meno la lama da bisturi ottenendo così un effetto "taglia e cuci". L'apertura delle due ganasce può variare da 10 a 20 mm. Le ganasce possono es-



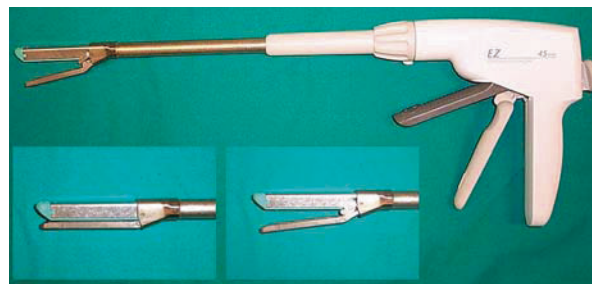
**Fig. 24.** Cartucce per stapler parenchimale da 45 mm e da 35 mm, con punti di altezza rispettivamente di 4,1 e 3,5 mm



**Fig. 25.** Cartucce per stapler vascolare da 45 mm e da 35 mm, con punti di altezza di 3,5 mm

sere non articolate (Fig. 26) oppure articolabili fino a 45° (Fig. 27).

Lo stelo ha una lunghezza variabile dai 27 ai 34 cm, un diametro variabile dai 12 ai 18 mm e può essere ruotato di 360°. L'impugnatura a pistola possiede due leve (una anteriore ed una posteriore) ed un pulsante di apertura delle ganasce. La leva posteriore determina la chiusura delle ganasce mentre



**Fig. 26.** Suturatrice lineare non articolabile (Ethicon)



**Fig. 27.** Suturatrice articolabile (Ethicon)

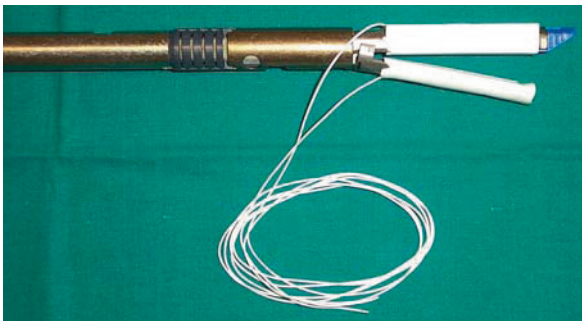
quella anteriore permette contemporaneamente di suturare e tagliare il tessuto. Nelle suturatrici articolate sull'impugnatura è presente una terza leva la cui rotazione permette l'angolazione delle ganasce.

Ogni suturatrice può esser ricaricata fino ad un massimo di sette volte.

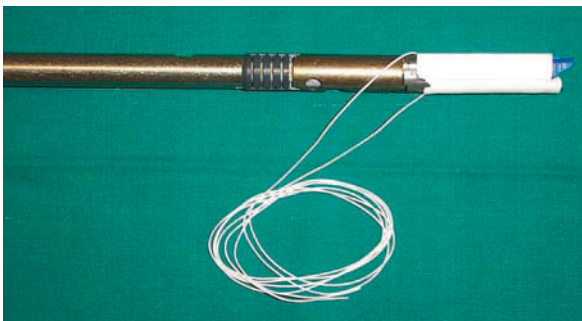
Le suturatrici lineari possono essere di tipo *knife* oppure di tipo *no knife* a seconda che esse incorporino o meno all'interno della ganascia portacar-tuccia una lama da bisturi protetta. Le suturatrici lineari vascolari possiedono uno stelo lungo 34 cm, un'apertura delle ganasce di 21 mm con una linea di sutura di 45 mm composta da due triple linee sfalsate di punti in titanio da 3, 5 mm.

Ogni suturatrice possiede un sistema di sicurezza *lock-out* che impedisce l'azionamento dello strumento se la ricarica non è presente tra le ganasce oppure è stata già utilizzata [1, 5].

In caso di importante enfisema polmonare e al fine di garantire una aerostasi ottimale si possono utilizzare suturatrici con guaine di rinforzo costituite da Goretex oppure da pericardio bovino (Figg. 28 e 29). La guaina consente di rinforzare la rima di sutura al fine di prevenire eventuali fenomeni di diastasi che porterebbero ad importanti e prolungate fughe aeree [5, 7].



**Fig. 28.** Stapler con guaina in Goretex (*Seamguard*®) a ganasce aperte



**Fig. 29.** Stapler con guaina in Goretex (*Seamguard*®) a ganasce chiuse

## Laser

Il laser è una sorgente luminosa ad alta efficienza più o meno visibile all'occhio umano. La sua sigla sta per *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (amplificazione di luce mediante emissione stimolata di radiazione). Il fascio di luce è ad alta energia e monocromatico. È composto dai fotoni che si generano dalla sostanza che viene utilizzata bombardandola con elettroni e viaggiano tutti allo stesso modo, in fase ed alla stessa frequenza.

In chirurgia vi sono differenti tipi di laser ognuno con un campo applicativo ed una funzione ben specifica. Quello di più frequente utilizzo in VATS è il laser Nd:YAG. Il substrato che genera i fotoni in questo caso è costituito da una miscela a base di ittrio, alluminio e granato, capace di generare fasci luminosi con frequenze comprese dai 1064 ai 1320 nm.

Inizialmente il Nd:YAG laser è stato utilizzato per le exeresi selettive di lesioni nodulari polmonari. L'avvento di suturatrici endoscopiche di dimensioni sempre più contenute e di maggior affidabilità hanno ridotto sostanzialmente l'utilizzo del laser [5, 8]. Il laser Nd:YAG presenta rispetto al laser a CO<sub>2</sub> un maggior potere di emostasi e di aerostasi. La sezione oppure la coagulazione avvengono avvicinando o allontanando il fascio laser. Attualmente viene utilizzato per resecare lesioni polmonari nodulari di difficile accesso alla suturatrici endoscopiche [8].

## Portaghi

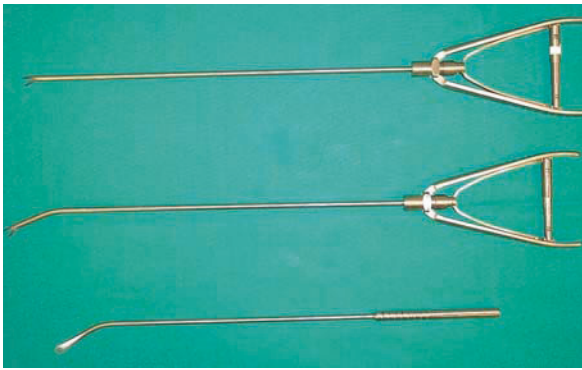
Questi strumenti ci consentono di eseguire le suture manualmente potendo confezionare il nodo all'esterno della cavità toracica (*suture extracorporee*) oppure all'interno (*suture intracorporee*).

Possono essere monouso oppure risterilizzabili, curvi oppure retti. Sono composti da un'impugnatura, da uno stelo e da un'estremità distale [2, 5]. L'impugnatura è costituita da due leve contrapposte il cui movimento di avvicinamento o di allontanamento determina la chiusura oppure l'apertura delle due branche. Le due leve possono essere provviste o meno di un dispositivo di bloccaggio. Lo stelo ha una lunghezza di 34 cm circa e può essere retto oppure curvo. L'estremità distale ha la funzione di serrare l'ago favorendo la transfissione dei tessuti senza che esso possa ruotare sul proprio asse oppure scivolare. Essa è composta da due branche contrapposte e con una superficie lievemente zigrinata.

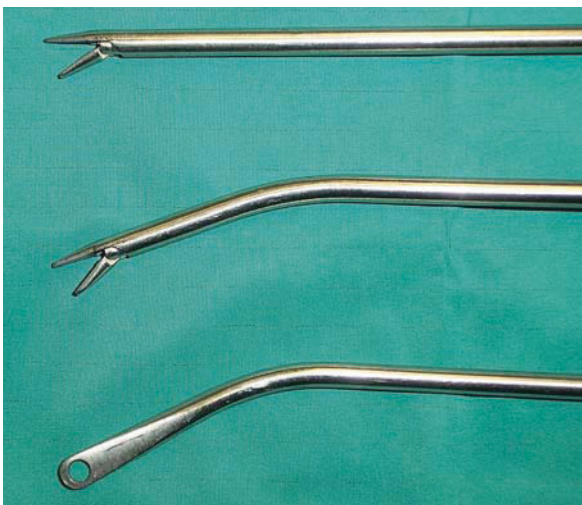
Il *serranodi* è uno strumento utilizzato per stringere i nodi eseguiti con tecnica extracorporea. È costituito da un manipolo, da uno stelo metallico di 34-35 cm e da una estremità distale curvilinea provvista di un anello distale attraverso la quale viene fatto passare il filo di sutura: consente di mettere in tensione i capi e di stringere il nodo attraverso la porta toracoscopica (Figg. 30 e 31).

### Palpatori

Consente di determinare la consistenza dei tessuti sondando la loro superficie e permettendo a volte di poter localizzare noduli intraparenchimali attraverso una superficie apparentemente regolare. È costituito da uno stelo metallico, di diametro di 5 mm, lungo 31-34 cm, provvisto di un'estremità di-



**Fig. 30.** Portaghi retto (in alto), curvo (al centro) e serranodi (in basso)



**Fig. 31.** Particolare del portaghi retto (in alto), di quello curvo (al centro) e del serranodi (in basso)

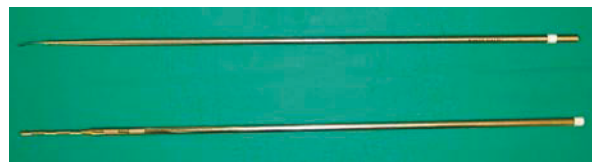
stale smussa retta oppure leggermente curva (Fig. 32); questo strumento è risterilizzabile. In alternativa al palpatore può essere utilizzato un tamponcino/dissetto. Questo è uno strumento monouso costituito da uno stelo di materiale plastico antiriflesso, avente un diametro di 5 mm, una lunghezza di 31-34 cm e provvisto all'estremità distale di un piccolo tampone. Esso viene utilizzato principalmente per poter eseguire la dissezione atraumatica dei tessuti lassi oppure l'emostasi per compressione di piccoli vasi (Fig. 33).

### Retrattori

Questi strumenti hanno la funzione di divaricare in modo atraumatico e di consentire una visione migliore del campo operatorio endoscopico. Vengono suddivisi in retrattori *a curva retraibile* e *a ventaglio*.

Quello a curva retraibile si compone di un manico, di uno stelo e di un'estremità distale. Nel manico è incorporato il comando che permette di azionare e di modificare la punta. Lo stelo è costituito da un cilindro di materiale plastico al cui interno scorre una sottile asta metallica che protrude all'estremo distale. Azionando il comando presente sul manico possiamo far protrudere e curvare completamente l'asta metallica fino a formarne un uncino. Esso serve per isolare, sottendere e scostare vasi o visceri cavi.

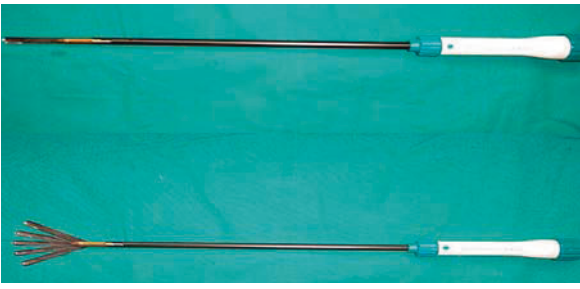
Il retrattore a ventaglio è anch'esso costituito da un manico provvisto di un comando, da uno stelo avente diametro di 10 mm, lunghezza di 31 cm e da una estremità distale costituita da un fascio di lamelle metalliche che divaricandosi formano "un ventaglio". Il numero delle lamelle varia da 3 a 5. Il comando presente sul manico determina l'apertura, la rotazione fino a 320° e l'articolazione del ventaglio (Fig. 34).



**Fig. 32.** Palpatore curvo (in alto) e retto (in basso)



**Fig. 33.** Tamponcino/dissetto



**Fig. 34.** Divaricatore a ventaglio (*Endoretract - AutoSuture*)

### Sistema di raccolta del pezzo

Consente la raccolta e la rimozione del pezzo anatomico all'interno di un sacchetto di materiale plastico al fine di ridurre il rischio di contaminazione o di inasprimento di cellule tumorali lungo il tragitto da cui fuoriesce il pezzo [5, 6]. Il dispositivo risulta formato da uno stelo di materiale plastico all'interno della quale scorre un sacchetto provvisto di un supporto flessibile ovalare di metallo per facilitare l'inserimento del reperto. Il sacchetto di raccolta può avere dimensioni variabili da 6,4 × 15 cm fino a 13 × 23 cm. Il supporto di metallo flessibile si raccorda tramite una sottile cordicella (passante all'interno dello stelo) ad un anello di materiale plastico. Esercitando una trazione dell'anello verso l'impugnatura dell'astina si determina la chiusura del sacchetto e la fuoriuscita del pezzo anatomico (Figg. 35 e 36).



**Fig. 35.** Sistema di raccolta per pezzi anatomici a sacchetto chiuso (*Endocatch - AutoSuture*)



**Fig. 36.** Sistema di raccolta per pezzi anatomici a sacchetto aperto (*Endocatch - AutoSuture*)

### Applicatore di clips

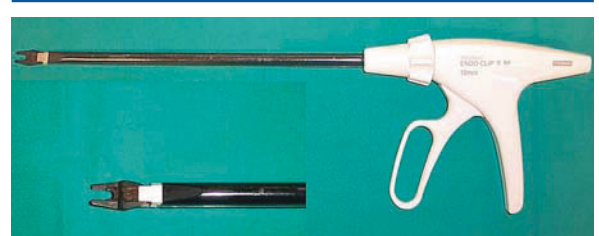
Strumento che consente il posizionamento di clips metalliche di titanio utilizzate per chiudere piccoli vasi (anziché eseguirne la legatura) oppure per utilizzarli come punti di repere radio-opachi [5].

Risulta costituito da una impugnatura a pistola e da un grilletto che se premuto determina l'avanzamento, la fuoriuscita ed il serraggio della clip. Lo stelo può essere rotante a 360° oppure fisso ed ha un diametro variabile 5 a 12 mm e una lunghezza di 28-34 cm. Il numero medio delle clips presente nel caricatore è venti. L'estremità distale è costituita da due piccole ganasce che si contrappongono serrando la clip. Anche questi strumenti possono essere monouso oppure poliuso (Fig. 37).

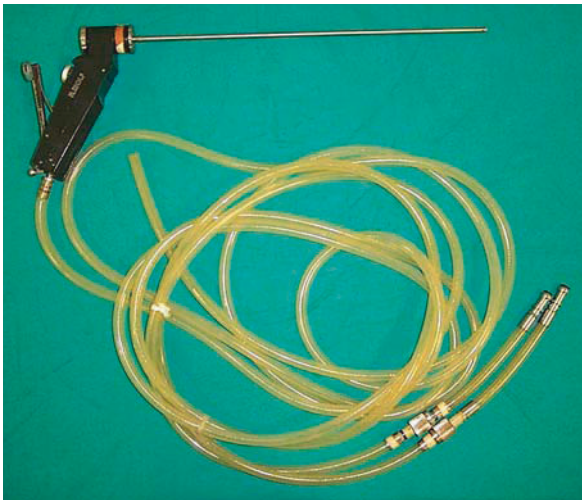
### Sistema di aspirazione e irrigazione

È un dispositivo utilizzato per aspirare i fumi, i liquidi ed i coaguli presenti nella cavità pleurica consentendo anche un'azione di lavaggio attraverso l'infusione di soluzione fisiologica. Lo strumento irrigatore/aspiratore è provvisto di un'unica cannula metallica, di lunghezza variabile dai 27 ai 34 cm e con diametro compreso da 5 a 10 mm. La cannula è raccordata ad un'impugnatura a pistola sul cui manico sono presenti due leve pulsanti, di cui una ha la funzione aspirante e l'altra la funzione irrigante. L'impugnatura è provvista nella parte inferiore di due terminali a cui si raccordano i tubi di aspirazione e di irrigazione (Fig. 38).

Lo strumento consente di avere anche una funzione di dissezione, agevolando la pleurolisi, il debridement del cavo pleurico, l'isolamento dell'esofago, dei linfonodi del mediastino, delle strutture broncovascolari del polmone.



**Fig. 37.** Applicatore di clips (*Endoclips - AutoSuture*)



**Fig. 38.** Cannula di aspirazione/irrigazione (Wolf)

### Idrodissettore

Questo strumento consente di eseguire una efficace dissezione anatomica risparmiando vasi, nervi e riducendo al minimo le perdite ematiche. Non vi è alcun danno termico a carico dei tessuti circostanti. La dissezione si ottiene mediante l'azione di un flusso costante e ad alta pressione di soluzione fisiologica isotonica. Il flusso del fluido può essere di tipo pulsatile oppure continuo con moto elicoidale [9, 10, 11]. La sezione generata dall'idrodissettore misura all'incirca 120  $\mu\text{m}$ . Lo strumento è costituito da una manipolo aspiratore/dissettore raccordato ad un ge-



**Fig. 39.** Generatore di flusso per idrodissettore (HELIX Hydro-Jet® - Erbe)



**Fig. 40.** Cannula endoscopica per idrodissettore (HELIX Hydro-Jet® - Erbe)

neratore di flusso con controllo idraulico elettronico (Fig. 39). Questa caratteristica ci consente di avere uno strumento la cui pressione di esercizio può essere variata da 1 a 150 bar. La cannula endoscopica ha un diametro di 6 mm, una lunghezza di 300 mm ed un'estremità distale leggermente curva (Fig. 40).

### Bibliografia

- Gossot D, Toledo L (1997) Instrumentation for video-assisted thoracic surgery. *Int Surg* 82:24-28
- Melzer A, Schurr MO, Kunert W et al (1993) Intelligent surgical instruments system ISIS. Concept and preliminary experimental application of components and prototypes. *End Surg* 1:165-170
- Blenkinsopp P (1999) Imaging equipment. In: Walker WS (ed) *Video Assisted Thoracic Surgery*, ISIS Medical Media, Oxford (UK), pp 7-17
- Walker WS (1999) Planning and equipping a successful video-assisted thoracic surgery (VATS) procedure. In: Walker WS (ed) *Video Assisted Thoracic Surgery*, ISIS Medical Media, Oxford (UK), pp 19-37
- Caldato C, Santoro GA, Fregonese D et al (1999) Strumentario. In: Di Falco G (ed) *Videotoroscopia. Indicazioni e tecniche chirurgiche*. Masson, Milano pp 11-24
- De Hoyos A, Santos RS, Patel A et al (2004) Instruments and techniques of video assisted thoracic surgery. In: Shields TW, Locicero J III, Ponn RB, Rusch VW (eds). *General thoracic surgery*, 6° ediz, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 503-523
- Vaughn CC, Wolner E, Dahan M et al (1997) Prevention of air leaks after pulmonary wedge resections. *Ann Thorac Surg* 63:804-806
- Landrenau RJ, Hazelrigg SR, Johnson JA et al (1991) Nd:Yag laser assisted pulmonary resection. *Ann Thorac Surg* 51:973-977
- Tomaselli F, Maier A, Renner H et al (2003) Thoracoscopic water jet lavage in coagulated hemothorax. *Eur J Cardio Thorac Surg* 23:424-425
- Harvey JC, Erdman CB, Beattie EJ (1995) Early experience with videothoracoscopic hydrodissection pleurectomy in the treatment of malignant pleural effusion. *J Surg Oncol* Aug 59:243-245
- Shekarriz H, Shekarriz B, Bürk CG et al (2002) Hydro-Jet assisted pneumonectomy: a new technique in a porcine model. *J Laparoendoscopic and Advanced Surgical Techniques* 12:371-376

## Premesse

Da diversi anni l'introduzione delle tecniche chirurgiche videoassistite ha modificato sostanzialmente l'approccio metodologico e strumentale a numerose patologie dei distretti toracico e addominale. Come già era avvenuto in precedenza per la videolaparoscopia, anche la chirurgia toracica videoassistita (VATS) è ormai uscita dalla fase strettamente sperimentale ed ha realizzato un processo di revisione critica teso a definirne gli ambiti applicativi, le indicazioni, i vantaggi, i limiti, i rischi, le controindicazioni, nonché le patologie e le condizioni per le quali resta tuttora preferibile il ricorso alle tradizionali metodiche toracotomiche o minitoracotomiche, ovvero si pone la combinazione delle tecniche vecchie e di quelle nuove.

Questa fase di revisione e rivalutazione critica è presto subentrata all'entusiasmo proprio della fase pionieristica, ed ha permesso di stabilire con buoni margini di chiarezza l'ambito di applicabilità delle nuove tecniche per i diversi tipi di patologia toracica, al punto che la VATS è ormai considerata in diversi casi la metodica d'elezione, in altri casi quantomeno la metodica più utile e vantaggiosa.

Tutto ciò ha comportato considerevoli progressi di carattere pratico, ma al tempo stesso ha implicato un allargamento di competenze e responsabilità per gli specialisti in Chirurgia Toracica.

Peraltro, a differenza di quanto accaduto per la videolaparoscopia, la sostanziale modifica delle metodologie e della strumentazione chirurgica, e delle modalità d'approccio ad una rilevante quota di patologie toraciche, non sembra avere comportato particolari ricadute negative sul versante del contenzioso giudiziario e assicurativo.

Da questo punto di vista è opportuno ricordare che il settore della Chirurgia Toracica, nel suo insieme, non è mai stato particolarmente chiamato in causa nelle controversie legali. Se infatti da un lato non è certamente mancata, e non manca, in questo ambito, una specifica casistica di errori diagnostici, complicanze, incidenti ed esiti infausti, occorre tuttavia riconoscere che la casistica di rilievo medico-

legale è sempre stata quantitativamente limitata, ed ha riguardato sovente situazioni di interesse oncologico, nelle quali lo snodo critico è rappresentato solo in pochi casi dal momento chirurgico nelle sue fasi pre-, intra- e post-operatoria, ed assai più frequentemente dalla tempistica e dall'appropriatezza nosografica del momento diagnostico, con il contestuale coinvolgimento della responsabilità di altri settori, tra i quali in particolare l'Oncologia, la Pneumologia, l'Anatomia ed Istologia Patologica, la Diagnostica di Laboratorio e la Diagnostica per Immagini [1].

In sostanza, il contenzioso medico-legale in Chirurgia Toracica è sempre stato alquanto circoscritto, per lo meno in raffronto ad altre discipline chirurgiche, tra le quali in particolare l'Ostetricia e Ginecologia, l'Ortopedia, la Chirurgia Generale, oltre alla stessa Diagnostica per Immagini.

A sostegno dell'assunto si può annoverare l'eloquente silenzio in materia della Giurisprudenza della Corte di Cassazione. Ed un'ulteriore conferma può derivare, in via indiretta, dalla rassegna dei contributi dottrinali sulla responsabilità professionale in Chirurgia Toracica. Si tratta di contributi quantitativamente esigui, non molto recenti, e pressoché esclusivamente limitati alle ormai tradizionali problematiche proprie dell'Endoscopia tracheo-bronchiale, toracica e mediastinica [2].

Le ragioni di questa relativa 'tranquillità', sulla quale, come si diceva, non ha influito apprezzabilmente l'introduzione della VATS – per quanto anch'essa gravata da talune complicanze specifiche – potrebbero essere almeno in parte ravvisabili in fattori legati alla natura e sede delle patologie in trattamento.

Le patologie in questione sono il più delle volte importanti e non raramente gravi; possono essere inoltre sottolineati l'elevato significato funzionale e l'assoluto valore simbolico degli organi contenuti nel distretto toracico. Da ciò i pazienti ed i loro familiari possono essere portati a ridimensionare spontaneamente le proprie aspettative di guarigione e di salute, e possono più facilmente prevedere e più serenamente accettare esiti meno felici del previsto. Ciò è tanto più probabile nei pazienti in

età avanzata ed in precarie condizioni cliniche, o portatori di patologie associate di tipo cronico che contribuiscono ad incrementare i fattori di rischio propri del percorso chirurgico-anestesiologico.

## Responsabilità professionale

La responsabilità del chirurgo toracico, non diversamente dalla responsabilità di ogni altro medico-chirurgo [3] deve costantemente misurarsi con l'evoluzione delle metodiche proprie della disciplina, ed è naturalmente fondata sui tradizionali canoni della diligenza, prudenza e perizia, nonché sulla scrupolosa osservanza delle regole di comportamento di matrice etico-deontologica e dei più aggiornati dettami scientifici e tecnico-organizzativi, così come dei doveri di interazione e collaborazione professionale.

Un primo aspetto di responsabilità, di carattere oggettivo, riguarda l'idoneità e l'adeguatezza dei Reparti, e coinvolge i requisiti generali delle Strutture Ospedaliere nelle quali gli stessi Reparti sono inseriti. La questione deve essere posta con chiarezza in quanto risponde a molteplici fondamentali esigenze, tra loro strettamente connesse.

Al riguardo è innanzitutto opportuno ribadire che il mantenimento di livelli assistenziali ottimali implica la sussistenza di tutti i migliori requisiti ambientali, in termini di risorse umane e professionali, organizzazione del personale, distribuzione dei compiti e dei carichi di lavoro, dotazione, aggiornamento e manutenzione delle tecnologie e degli strumenti. Si tratta di aspetti la cui effettiva sussistenza potrebbe essere suscettibile di verifica nell'ambito di un contenzioso giudiziario, laddove l'accertamento di prestazioni erogate a livello subottimale per cause riconducibili ad insufficienze di carattere ambientale e tecnico-organizzativo comporterebbe automatiche ed oggettive deduzioni di responsabilità a carico delle Aziende Ospedaliere, e potrebbe chiamare in causa profili di responsabilità individuale tanto in capo ai medici quanto, a maggior ragione, in capo ai livelli dirigenziali delle Aziende stesse.

Per gli stessi motivi, con simili possibilità di verifica tecnico-giudiziaria e con identiche conseguenze in caso di inadempienza, le Aziende Ospedaliere che prevedono al proprio interno Unità Operative nelle quali vengono applicate le metodiche di Chirurgia Toracica – VATS devono essere dotate al tempo stesso di strutture che siano in grado di supportare le problematiche "extrachirurgiche" che dall'attività di quelle possono scaturire. In par-

ticolare devono essere presenti e rapidamente accessibili, tra le altre, l'Unità di Terapia Intensiva post-operatoria, la Rianimazione, la Chirurgia Vascolare, la Cardiologia, la Pneumologia. Deve essere insomma disponibile un apparato di tutela e di sicurezza per c.d. "ambientale" nel quale possano trovare congrua e tempestiva risposta le situazioni, anche urgenti ed imprevedute, che le intrinseche risorse della Chirurgia Toracica non siano sufficienti a fronteggiare.

Tutto ciò comporta un'attenta e razionale allocazione delle risorse, che è quanto dire una distribuzione territoriale dei Reparti di Chirurgia Toracica – VATS compatibile, dal punto di vista delle risorse disponibili, con la sussistenza di idonei livelli strutturali e tecnico-organizzativi e con l'erogazione di prestazioni uniformi sull'intero territorio. Ciò chiama in causa profili di responsabilità che coinvolgono in primo luogo i livelli decisionali, politico-istituzionali, della Sanità Pubblica, con i quali i responsabili delle Aziende Sanitarie devono comunque confrontarsi ed interagire avendo di mira siffatti obiettivi.

Una seconda fondamentale esigenza, anch'essa strettamente connessa alla distribuzione territoriale, al contesto strutturale ed alla dotazione ambientale dei Reparti, riguarda il profilo quali-quantitativo dell'afferenza casistica. A questo riguardo, nel rispetto della doverosa posizione di garanzia che il Servizio Sanitario assume nei confronti dell'utenza, i Reparti, almeno in linea di massima, devono essere in grado di eseguire tutti i tipi di intervento ed affrontare tutti i tipi di patologia, ivi compresi quelli che richiedono un trattamento d'urgenza/emergenza (un'eccezione si potrebbe prevedere soltanto per particolari patologie o per selezionate tipologie di intervento, ipoteticamente conferibili a centri di III° livello istituzionalmente ben individuati). Gli operatori devono a loro volta possedere eguale dimestichezza sia con le metodiche proprie della VATS, sia con le metodiche tradizionali. Ciò richiede un appropriato training di formazione chirurgica ed un costante esercizio operativo che permetta di mantenere sempre elevato il grado di allenamento nell'esecuzione delle diverse tipologie di intervento.

In riferimento a ciò, un'afferenza casistica quantitativamente cospicua e qualitativamente ampia si configura come un'esigenza di carattere strettamente oggettivo, a sua volta suscettibile di verifica in sede tecnico-giudiziaria. In rapporto alla grande complessità degli interventi una casistica limitata non potrebbe supportare i percorsi di training e la necessaria efficienza tecnica, e non basterebbe a giustificare il mantenimento di una "offerta operativa" non garantita sotto il profilo qualitativo.

Il problema del training chirurgico nel campo della VATS si rileva anche sotto un profilo più strettamente soggettivo. Come è a tutti ben noto, una lunga esperienza ha dimostrato che il progresso nella curva di apprendimento rende i chirurghi più sicuri del proprio operato, e può ridurre in misura anche significativa il ricorrere di incidenti e complicanze. La materia generale del training chirurgico è disciplinata da linee di indirizzo che devono essere seguite ed applicate con il maggiore scrupolo da docenti e discenti. E l'introduzione delle metodiche videoassistite ha reso necessario un percorso formativo nel quale il discente familiarizzi in eguale misura con i metodi vecchi e con quelli nuovi. Dal punto di vista medico-legale è particolarmente rilevante il ruolo del docente-tutor, cui è affidato il compito di impostare e seguire il percorso formativo del discente e valutarne di tempo in tempo il conseguimento di competenze ed abilità, affidandogli, in stretto rapporto ad esse, momenti operativi di crescente impegno e difficoltà, e tuttavia mantenendo sempre un controllo diretto sino all'acquisizione della definitiva autonomia. Gli eventi di danno legati all'attività di un operatore in formazione potrebbero evocare profili di responsabilità in primo luogo in capo al tutor, in rapporto all'inadeguata e negligente valutazione del grado di autonomia raggiunto dal discente, e solo in misura ridotta in capo a quest'ultimo, in riferimento all'imprudente sopravvalutazione delle proprie capacità. La responsabilità derivante al tutor da eventi di danno connessi all'attività svolta autonomamente dall'operatore in formazione non potrebbe essere scriminata né attenuata da considerazioni relative alla insufficiente esperienza del medesimo. L'esito dei trattamenti chirurgici non può infatti risentire di altre variabili che quelle di natura oggettiva, vale a dire le incertezze prognostiche proprie della malattia e le alee inevitabilmente connesse a qualsiasi tipo di trattamento assistenziale, e non può in ogni caso essere gravato dalla variabile legata all'inesperienza degli operatori.

## Consenso informato

Una ulteriore questione di rilevanza soggettiva è data dal consenso del paziente al trattamento chirurgico.

Rinviando alle trattazioni specifiche per una più ampia ed esauriente visione dell'argomento [4], osserviamo che il consenso rappresenta il fondamentale requisito di liceità dei trattamenti assistenziali.

È dunque pacifico per il medico l'obbligo di raccogliere dal paziente, per ogni trattamento gravato da qualsivoglia margine di rischio, un consenso validamente espresso, secondo quanto scaturisce dalla disposizione contenuta nella Costituzione (art. 32, 2° comma), in base alla quale nessuno può essere sottoposto a trattamenti sanitari se non per disposizione di legge. La norma costituzionale ha naturalmente di mira la tutela di un diritto basilare, la libertà di scelta dei trattamenti sanitari, che conferisce al malato la facoltà di decidere liberamente se, dove e come farsi curare, e la garanzia effettiva di tale libertà è formalmente connessa al possesso delle conoscenze necessarie per l'esercizio dell'opzione. Di qui, per i sanitari, il dovere di raccogliere il consenso, che può essere espresso solo dal paziente, in autonomia ed in modo esplicito, e deve essere specificamente finalizzato ai trattamenti in programma.

In conformità al dettato costituzionale, il Codice di Deontologia Medica, all'art. 30, stabilisce che:

“... il medico ha il dovere di fornire al paziente la più idonea informazione sulla diagnosi, sulla prognosi, sulle prospettive e le eventuali alternative diagnostico-terapeutiche e sulle prevedibili conseguenze della scelta operata; il medico nell'informarlo dovrà tenere conto delle sue capacità di comprensione, al fine di promuoverne la massima adesione alle proposte diagnostico-terapeutiche ...”. Inoltre, il medico ha il dovere di soddisfare “... ogni ulteriore richiesta di informazione da parte del paziente...”.

L'art. 32 dello stesso Codice sancisce poi che:

“Il medico non deve intraprendere attività diagnostica e/o terapeutica senza l'acquisizione del consenso informato del paziente ... Il procedimento diagnostico e/o il trattamento terapeutico che possano comportare grave rischio per l'incolumità della persona, devono essere intrapresi solo in caso di estrema necessità e previo informazione sulle possibili conseguenze, cui deve fare seguito un'opportuna documentazione del consenso”.

L'informazione deve peraltro essere appropriata anche quanto a scelta di tempo e modalità, e deve essere misurata e graduata, oltre che sulla capacità di comprensione, anche sul grado di coinvolgimento emozionale del paziente. Essa deve in primo luogo rappresentare in modo esauriente e veridico, e secondo criteri di buona fede, la realtà clinica.

In dettaglio, si ritiene che il contenuto dell'informazione debba riguardare i seguenti aspetti:

- diagnosi della malattia o sospetto diagnostico; verosimile prognosi;
- esami indicati per perfezionare la diagnosi, quando utili o necessari;
- trattamenti terapeutici utili o necessari per la cura della malattia, rispettiva tipologia e modalità, durata, possibili benefici, rischi di complicanze o incidenti durante o dopo i trattamenti stessi, eventuali sequele di carattere permanente (menomazioni o sintomi soggettivi);
- eventuali trattamenti alternativi, specie se meno invasivi o cruenti, o meno gravati da rischi, pur se meno efficaci, rispetto a quello preferenziale;
- probabili conseguenze della mancata esecuzione dei trattamenti.

La gestione del consenso rappresenta dunque un impegno molto rilevante per i sanitari, che devono raccogliere le proprie conoscenze e trasmetterle al paziente in termini a lui accessibili ed in modo sintetico e comprensibile.

Solo in pochi casi un trattamento potrà essere eseguito prescindendo dalla scrupolosa applicazione dei criteri sin qui elencati:

- nei casi in cui si tratti di intervenire in urgenza o in emergenza, ed il paziente si trovi in stato di incoscienza (se il paziente è cosciente, sarà pur sempre importante informarlo, sia pure in modo essenziale e nei limiti del possibile, della sua condizione clinica e delle necessità di trattamenti rapidi od immediati);
- nelle (rare) situazioni estreme in cui un subitaneo intervento rappresenti l'unica possibilità per tentare di salvare la vita del paziente (c.d. *stato di necessità*).

Naturalmente l'informazione deve essere offerta nel corso di un incontro diretto e personale, attraverso un colloquio durante il quale il sanitario sarà sensibile ed attento all'ascolto di quanto il paziente vorrà esprimere o domandare, e sarà disponibile a dare esaurienti risposte.

In questa prospettiva, l'utilizzo di moduli appositamente dedicati, sottoscritti da entrambi gli interlocutori, non varrà altro che a testimoniare *ex post*, su di un piano puramente formale, l'avvenuta informazione e la raccolta del consenso.

Peraltro, nell'attuale momento storico della Medicina, caratterizzato da un inedita conflittualità, sovente motivata proprio da limiti e da difetti nella comunicazione tra i medici ed i pazienti, è necessario acquisire la piena consapevolezza che il colloquio informativo con il paziente deve essere interpretato non soltanto come atto formale volto alla tutela del diritto alla libera scelta dei trattamenti assistenziali, ma come parte integrante e co-

stante dell'attività medica, anzi come atto strettamente medico esso stesso, da svolgere soprattutto in funzione di acquisire e conservare nel tempo il rapporto di fiducia che sempre rappresenta il fondamento necessario di tutte le attività rivolte alla tutela della salute. Pertanto, fatti salvi i requisiti formali di un consenso validamente espresso (il consenso deve essere *personale, reale, specifico, esplicito e consapevole*), l'informazione deve essere utilizzata in senso sostanziale come insostituibile strumento della relazione medico-assistito, a salvaguardia del fondamentale diritto di quest'ultimo alla tutela della salute.

Naturalmente nello specifico ambito della Chirurgia Toracica l'informativa dovrà riguardare anche la scelta della metodica di approccio toracico (toracotomia, minitoracotomia, VATS), includendo sintetiche notizie relative alle ragioni dell'opzione, tenuto conto che la discrezionalità della scelta tra 'vecchio' e 'nuovo' si pone solamente nei casi per il cui trattamento la comunità scientifica non ha ancora raggiunto un consenso unanime.

Può a volte accadere che un paziente afferisca al Reparto già consapevole dell'esistenza delle metodiche videoassistite, e che ne richieda espressamente l'applicazione. In tal caso, sulla base del dovere di esercizio autonomo della professione, il medico non può aderire in modo acritico alla richiesta, ma deve valutare il caso secondo criteri esclusivamente clinici. Qualora l'indirizzo terapeutico scaturito da una siffatta valutazione non coincida con le richieste dell'assistito, il medico dovrà chiarire, attraverso un dialogo franco, le ragioni della propria opzione, nei cui esclusivi limiti il trattamento potrà essere prestato.

## Correttezza dei percorsi diagnostico-terapeutici

Per quanto si riferisce alla responsabilità nella gestione dei singoli casi clinici, il rispetto delle corrette procedure di diagnosi e di terapia deve innanzi tutto mirare ad un completo inquadramento del caso. Sotto il profilo diagnostico è quindi necessario seguire i percorsi stabiliti riguardo all'esecuzione degli accertamenti preliminari ed alla corretta interpretazione dei relativi esiti. Una volta posta, su di un piano generale, la diagnosi di una patologia suscettibile di un intervento in VATS, la fattibilità dell'intervento stesso deve essere valutata con criterio differenziale caso per caso, in rapporto alla natura della patologia, alla sua specifica configurazione per sede ed estensione dimensionale, allo stadio evolutivo, al-

la presenza di patologie associate. Altrettanto importante è lo studio delle eventuali controindicazioni di ordine generale e locale, parziali o assolute all'intervento.

Per quanto riguarda la parte tecnico-esecutiva, è innanzitutto di rilievo la scelta di tempo, ad evitare sia un eccesso di precipitazione nei casi in cui vi sarebbero state indicazioni ad attuare un trattamento conservativo od una strategia d'attesa. D'altra parte la correttezza dell'inquadramento diagnostico generale mira a evitare la mancata o ritardata esecuzione di un intervento che sia indicato o quantomeno preferibile rispetto ad altre possibili misure assistenziali.

È poi del tutto ovvia la necessità di eseguire gli interventi in modo tecnicamente appropriato, con riguardo alla congruità del gesto chirurgico, alla scelta dello strumentario, alla valutazione ed al trattamento di situazioni o condizioni intra-operatorie non prevedibili anticipatamente.

È infine essenziale il monitoraggio postoperatorio, nel quale devono essere correttamente valutati – in rapporto all'intervento eseguito, o ad inconvenienti verificatisi, o ancora a particolari condizioni osservate nel corso dell'intervento stesso – di sintomi di nuova insorgenza, significativi di complicanze importanti. Allo stesso modo deve essere valutato con attenzione l'eventuale mancato recupero dei livelli e dei parametri fisiologici secondo i tempi mediamente prevedibili. Naturalmente il monitoraggio postoperatorio può essere affidato a personale sanitario diverso da quello che ha eseguito l'intervento, secondo la normale turnazione prevista in ogni Reparto, con il dovere, per gli operatori, di informare adeguatamente i colleghi subentranti su tutto ciò che può essere di rilievo

per il più efficace controllo delle condizioni del paziente.

Infine, il personale dei Reparti deve essere in grado di padroneggiare tutto l'ambito delle tecniche e delle strumentazioni, curare la riorganizzazione del servizio in funzione delle metodiche e delle strumentazioni di nuova introduzione, adeguare le competenze del personale di sala operatoria, approfondire le diverse e più complesse modalità di interazione con le altre competenze mediche, farsi carico dei maggiori oneri di informazione nei confronti dei pazienti, implementare la professionalità in senso manageriale, elaborare ricerche retrospettive e prospettiche sulla casistica chirurgica, collaborare alle iniziative di gestione del rischio, contribuire alla costruzione ed all'applicazione di documenti, risoluzioni, raccomandazioni, protocolli, linee guida, utili ad un corretto e condiviso esercizio professionale e ad una consapevole assunzione di responsabilità.

## Bibliografia

1. Silingardi E, Santunione AL (2004) Chirurgia Toracica: casistica e profili di rischio. Medicina Legale Quaderni Camerti, Suppl 1
2. Silingardi E (1991) Implicazioni medico-legali in Endoscopia Toracica. In: Lodi R, Fontana G, Tazzioli G (eds) Guida Pratica di Endoscopia Toracica. La Ghirlandina, Modena, pp 117-121
3. Fiori A (1999) Medicina legale della responsabilità medica. Giuffrè, Milano
4. Rigo GP, Silingardi E, Mastronardi M (1992) Il consenso informato in Endoscopia Digestiva. Poligrafico Mucchi, Modena

# ANESTESIA ED ANALGESIA POSTOPERATORIA IN CHIRURGIA TORACICA VIDEOASSISTITA

Vincenzo Lucio Indrizzi, Giuseppe Magni, Alberto Tassi

## Premesse

Le semplici procedure eseguite nei primi anni venti in toracoscopia (trattamento della tubercolosi polmonare e cauterizzazione di aderenze pleuriche) permettevano spesso di evitare l'anestesia generale a vantaggio della locale; si trattava, infatti, di interventi di breve durata durante i quali il polmone da trattare doveva rimanere non ventilato per poco tempo, con minima variazione di  $\text{paO}_2$  e di  $\text{paCO}_2$  del paziente

Nel corso degli anni la toracoscopia si è evoluta in VATS (*Video Assisted Thoracoscopic Surgery*) e gli interventi eseguiti, sia diagnostici sia terapeutici, sono divenuti più complessi e di maggior durata, richiedendo ovviamente un adeguamento e miglioramento delle tecniche anestesilogiche.

Il ricorso alla chirurgia in VATS è legato ad alcuni innegabili vantaggi dimostrati rispetto alla toracotomia classica (Tab. 1). Nella maggior parte dei casi essa è attualmente eseguita in anestesia generale con ventilazione controllata e mono-polmonare [1]. Dal punto di vista anestesilogico, gli aspetti più rilevanti nella gestione del paziente da sottoporre a chirurgia video-toracoscopica appaiono sostanzialmente i seguenti: valutazione preoperatoria, monitoraggio intraoperatorio (soprattutto in corso di ventilazione mono-polmonare), controllo del dolore postoperatorio acuto e cronico [2, 3, 4]. In questi specifici campi sono stati diretti i numerosi sforzi e gli innumerevoli progressi con i quali la moderna anestesilogia ha cercato di risolvere i problemi correlati con la tecnica chirurgica in VATS, contribuendone in maniera determinante alla diffusione ed allo sviluppo.

**Tabella 1.** Principali vantaggi della chirurgia toracica videoassistita (VATS) nei confronti della toracotomia

- Minore dolore postoperatorio
- Migliore funzione polmonare postoperatoria
- Riduzione dei giorni di ricovero
- Minori tempi di recupero

## Valutazione anestesilogica

La valutazione preoperatoria del paziente da sottoporre a procedure chirurgiche in VATS può essere considerata simile a quella di coloro per i quali si decide di effettuare una toracotomia e ciò è da riferirsi a due motivi principali:

- le indicazioni all'atto chirurgico e le comorbidità sono comuni ad entrambi i gruppi di pazienti;
- una certa percentuale di interventi chirurgici iniziati in VATS (con una frequenza compresa tra 1% e 20%) [5, 6] viene convertita intraoperatoriamente in toracotomia.

L'obiettivo principale della valutazione anestesilogica preoperatoria dovrà essere quello di individuare il più precisamente possibile la classe di rischio cui appartiene il paziente affinché, mediante l'adozione dei vari strumenti diagnostici e terapeutici pre-, intra- e postoperatori, possa essere migliorato l'outcome chirurgico; ciò vale soprattutto per quei soggetti considerati ad alto rischio e per i quali si prevede una riduzione postoperatoria del parenchima polmonare funzionante (segmentectomie, lobectomie) [7].

La visita anestesilogica in chirurgia toracica presenta, oltre agli aspetti comuni a tutte le altre chirurgie (anamnesi fisiologica e patologica remota e prossima, esame obiettivo, esami ematochimici, radiologici e strumentali, terapie in corso ecc.), alcuni campi d'indagine particolarmente importanti.

Durante l'esame obiettivo, l'attenzione dell'anestesista dovrà essere rivolta ad un'approfondita analisi delle prime vie aeree del paziente; infatti, essendo di solito necessario ricorrere, durante VATS, alla ventilazione mono-polmonare con intubazione selettiva bronchiale, devono essere ricercati tutti gli elementi che possano far prevedere difficoltà nella fase dell'intubazione oro-tracheale [7]. Assumeranno quindi molta rilevanza la valutazione dell'apertura orale con determinazione dell'ampiezza della rima, l'esame delle arcate dentarie, l'esistenza di eventuali malocclusioni e deformazioni del profilo mandibolare, il grado di mobilità del collo, tutti fattori che possono far prevedere una difficile gestione delle vie aeree e, conseguentemente, la diffi-

coltà di realizzare la ventilazione mono-polmonare. L'osservazione della radiografia del torace, così come di eventuali altre indagini diagnostiche (TC, RMN) eseguite, contribuiscono al riscontro di anomalie tracheali e/o bronchiali che potrebbero complicare l'intubazione selettiva (dimensioni e forma della trachea, masse comprimibili dall'esterno ecc.).

Considerato che la principale causa di morbilità e mortalità (15%-20%) in chirurgia toracica è costituita dalle complicanze respiratorie (insufficienza respiratoria, atelectasie, polmoniti), si comprende perché lo studio della funzione polmonare del paziente debba essere considerato come obiettivo principale. Un attento esame dell'apparato cardio-circolatorio risulta altresì importante sia per le correlazioni con la funzione respiratoria, sia perché le complicanze cardiache peri-operatorie (aritmie, ischemia ecc.) costituiscono una parte rilevante (10%-15%) delle totali [8].

Lo studio della funzione respiratoria nel paziente da sottoporre a VATS, così come a toracotomia, specialmente se si prevede un intervento di riduzione del parenchima polmonare, è rivolto a tre aspetti fondamentali: i **meccanismi respiratori**, la **riserva cardio-polmonare** e la **funzione del parenchima polmonare** [7].

Per quanto riguarda i meccanismi respiratori e lo studio dei vari volumi polmonari, l'indice che maggiormente si correla con la possibilità di predire lo sviluppo di complicanze respiratorie postoperatorie è costituito dal  $FEV_1$  (*forced expiratory volume in 1 second*) preoperatorio e dal calcolo della sua diminuzione successiva all'intervento chirurgico (*predicted postoperative FEV<sub>1</sub> = ppoFEV<sub>1</sub>*) [1]. In base a questa considerazione, possono essere ritenuti ad alto rischio pazienti che presentino un  $ppoFEV_1$  inferiore al 40% rispetto al  $FEV_1$ ; un  $ppoFEV_1$  compreso tra 30% e 40% è inoltre fortemente predittivo della necessità di assistere il paziente, nel postoperatorio, con supporti respiratori meccanici.

L'interpretazione dell'emogasanalisi arteriosa, in particolare dei valori di  $paO_2$  e di  $paCO_2$ , ed il test di diffusione alveolo-capillare del monossido di carbonio (DLCO) costituiscono due indispensabili risorse per valutare l'efficienza degli scambi gassosi a livello alveolare. Un intervento di resezione del parenchima polmonare viene generalmente considerato ad alto rischio in presenza di valori pre-operatori di  $paO_2$  inferiori a 60 mmHg e di  $paCO_2$  superiori a 45 mmHg. L'esecuzione di un test DLCO può essere utilizzato per predire, alla stregua del  $ppoFEV_1$ , un valore di  $ppoDLCO$ ; se quest'ultimo appare inferiore al 40% del DLCO iniziale, la possibilità di sviluppare complicanze respiratorie e cardiache nel postoperatorio è molto elevata [9].

Le interazioni cardio-polmonari possono essere valutate mediante il calcolo del consumo d'ossige-

no massimale ( $VO_2$  max) eseguito in associazione a test da sforzo (*stair climbing* e *6-min walk test*) [10, 11]. Il valore limite di  $VO_2$  max al di sopra del quale non è stata riscontrato un incremento della mortalità perioperatoria è stato calcolato intorno a 15 mL/Kg/min [12].

I tre parametri sopra descritti ( $FEV_1$ ,  $VO_2$  max, DLCO) vanno correlati ed integrati tra loro ed appaiono nel loro insieme importantissimi per la valutazione del rischio operatorio nel paziente da sottoporre sia a toracotomia sia a VATS, a maggior ragione se si prevede di dover eseguire una riduzione di parenchima polmonare ventilante (Tab. 2). Altri dati sono importanti per completare la stratificazione di rischio: volumi polmonari (MVV, FVC, RV/TLC), accertamento d'eventuali concomitanti patologie cardiache (ischemia, infarto recente, insufficienza ventricolare destra), presenza di broncopneumopatie croniche ostruttive (COPD), alterazioni della funzione renale, tabagismo, età, studio scintigrafico del rapporto ventilazione-perfusione e delle curve flusso-volume [7].

La preparazione del paziente all'intervento chirurgico rappresenta un ulteriore importante momento nella visita anestesiológica. L'anestesista dovrebbe avere il primo contatto con il malato non pochi giorni prima (o addirittura il giorno prima) dell'atto chirurgico, bensì con l'anticipo necessario a adeguare le eventuali terapie mediche, a suggerire indagini supplementari, a preparare un piano di fisioterapia pre- e postoperatoria efficace; in questa maniera, si può sperare di giungere al giorno dell'intervento col paziente nelle migliori condizioni possibili e con un rischio operatorio accettabile.

## Tecniche anesthesiologiche

Lo sviluppo della chirurgia toracica nel corso degli anni e l'evoluzione delle sue varie tecniche, tra cui anche la VATS, è strettamente collegato agli enormi progressi che si sono verificati nel campo dell'anestesia. Ogni miglioramento introdotto nella pratica anestesiológica ha contribuito a risolvere i problemi che i chirurghi toracici riscontravano nello svolgimento della loro opera. In particolare, tre aspetti appaiono preminenti per aver reso possibile la realizzazione

**Tabella 2.** I principali parametri per la valutazione del rischio operatorio in chirurgia toracica

$FEV_1$ e $ppoFEV_1$
$VO_2$ max e $ppoVO_2$ max
DLCO

della moderna chirurgia toracica: le tecniche di controllo delle vie aeree (intubazione tracheale, tubi a doppio lume), la ventilazione a pressione positiva, il trattamento del dolore intra- e postoperatorio.

Nel 1928 fu descritto da Guedel e Waters un tubo endotracheale cuffiato che poteva essere utilizzato per insufflare aria nei polmoni di un paziente anestetizzato e per aspirare le secrezioni endotracheali [13]. A questa importante innovazione seguì, nel 1931 (Gale e Waters), l'utilizzo di un tubo che veniva spinto fino al bronco principale destro o sinistro e consentiva di ventilare un solo polmone mantenendo collassato quello controlaterale [14]: fu questo il primo passo verso la ventilazione mono-polmonare. Non è un caso che la prima pneumonectomia eseguita con successo sia stata descritta nel 1933 [15]. Fino ad allora, il chirurgo toracico doveva effettuare l'intervento in tempi brevissimi su un paziente quasi sveglio, in respiro spontaneo e con riflesso della tosse conservato per poter allontanare le secrezioni endobronchiali. Vi era anche il problema del pneumotorace che si creava all'apertura della parete toracica e delle sue conseguenze sugli scambi respiratori e sulla stabilità cardio-vascolare del paziente stesso; infine, il campo operatorio risultava in continuo movimento!

La condizione fondamentale perché si possa effettuare un intervento in videotoracosopia è rappresentata nella maggior parte dei casi dall'induzione del collasso del polmone del lato dove si effettua l'intervento. A polmone ventilante infatti lo spazio pleurico risulta virtuale e non è tecnicamente possibile effettuare col videotoracoscopio un'esplorazione completa di organi e di strutture endotoraciche ed eseguire successive manovre chirurgiche.

Il raggiungimento delle condizioni ottimali per l'esecuzione dell'intervento può richiedere una delle seguenti tecniche:

1. ventilazione monopolmonare
2. ventilazione monopolmonare intermittente
3. esclusione selettiva lobare
4. ventilazione bipolmonare a bassi volumi
5. insufflazione endopleurica di CO<sub>2</sub>.

### Ventilazione monopolmonare

Eccetto che nel caso di interventi semplici e di breve durata (biopsie pleuriche ecc.), la maggior parte della chirurgia toracica che viene effettuata in VATS necessita della ventilazione mono-polmonare; il collasso del polmone sul quale deve essere eseguita una procedura diagnostica o terapeutica videotoracosopica risulta indispensabile affinché il chirurgo possa eseguire l'intervento in condizioni

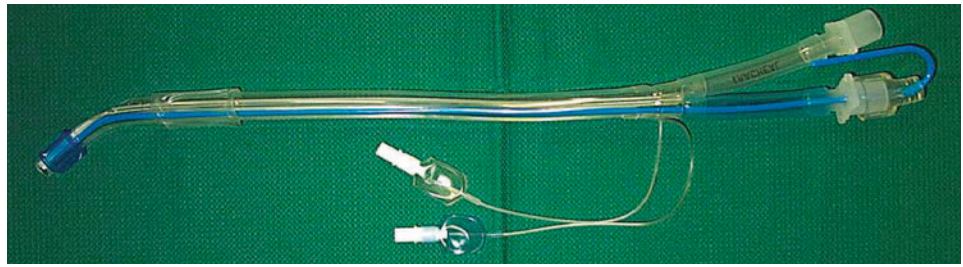
ottimali. Gli strumenti attualmente disponibili per realizzare la ventilazione mono-polmonare (*one-lung ventilation, OLV*) sono i seguenti: tubi endotracheali a doppio lume, tubi endotracheali monolume tipo Univent, bloccatori bronchiali.

### Tubi endotracheali a doppio lume

I tubi endotracheali a doppio lume (*double-lumen endotracheal tube, DLT*) consentono, se correttamente posizionati, di separare i due emisistemi bronchiali e ventilare quindi solo uno dei due polmoni, mentre l'altro non viene insufflato e si mantiene collassato; ciò è utile non solo per l'esecuzione dell'intervento chirurgico, ma anche per evitare che gravi infezioni, ascessi o materiale ematico provenienti da un polmone possano estendersi, tramite le prime vie respiratorie, al polmone controlaterale. Un tubo endotracheale a doppio lume fu utilizzato per la prima volta su un paziente in anestesia generale nel 1950 da Carlens [16]. Esso era dotato di un lume tracheale e di un lume bronchiale, veniva introdotto "alla cieca" ed il suo posizionamento era facilitato da un rostro situato all'estremità distale che si agganciava alla carena tracheale. Proprio la presenza di questo uncino era potenziale causa di traumi anche gravi a carico delle prime vie respiratorie: il problema fu parzialmente risolto nel 1962, grazie all'ideazione di un tubo a doppio lume privo di rostro (Robertshaw) e che richiedeva il controllo mediante fibrobroncoscopio della sua posizione finale [17]. I tubi attualmente utilizzati sono realizzati in polivinilcloruro, dispongono di due cuffie (tracheale e bronchiale) ad alto volume ed a bassa pressione e sono dotati di uno stiletto rigido (nel lume bronchiale) che favorisce il loro posizionamento, eseguito sempre sotto guida fibrobroncoscopica (Fig. 1).

Esistono due modelli differenti di tubo a doppio lume, a seconda che si voglia intubare il bronco principale di sinistra (tipo *Carlens*) o quello di destra (tipo *White*); in entrambi i casi, i due emisistemi bronchiali sono separati uno dall'altro ed i due polmoni possono essere ventilati isolatamente. Il più utilizzato nella comune pratica è il tubo a doppio lume che si posiziona a sinistra rispetto a quello destro [18-20] (Fig. 2). L'anatomia dell'albero tracheo-bronchiale, infatti, rende più facile e meno gravata da complicanze tale soluzione. Il bronco principale destro è più corto ( $23 \pm 7$  mm nell'uomo,  $21 \pm 7$  mm nella donna) rispetto al bronco principale sinistro ( $54 \pm 7$  mm nell'uomo,  $50 \pm 7$  mm nella donna) [21] ed il bronco lobare superiore destro origina ad una distanza compresa tra 1, 5 e 2 cm dalla carena tracheale o addirittura, in 1 caso su 250, direttamente

**Fig. 1.** Tubo a doppio lume tipo Robertshaw per l'intubazione selettiva del bronco principale sinistro



**Fig. 2.** Particolare dell'estremità distale di un tubo a doppio lume per intubazione selettiva sinistra: si notino la cuffia tracheale (prossimale) e quella bronchiale (distale), entrambe insufflate

dalla trachea stessa. Queste differenze anatomiche tra i due emisistemi bronchiali fanno sì che il corretto posizionamento di un tubo a doppio lume destro sia più difficile da realizzare rispetto a quello di un tubo sinistro, predisponendo soprattutto ad una mancata ventilazione del lobo superiore destro con conseguente possibile atelettasia [22, 23].

L'utilizzo di un tubo a doppio lume destro viene quindi limitato ad alcune situazioni particolari: bronco principale sinistro ridotto di lume a causa di una neoplasia vegetante o comprimente dall'esterno, trapianto polmonare sinistro, aneurisma dell'aorta toracica che comprime il bronco principale sinistro, pneumonectomia sinistra [24].

Per ottenere la ventilazione mono-polmonare ottimale e favorire adeguatamente l'esecuzione di una procedura in VATS è molto importante la scelta della giusta taglia del tubo a doppio lume. Oltretutto, molti eventi traumatici con danni gravi a carico delle prime vie respiratorie vengono causati dall'utilizzo di un tubo di dimensioni non adeguate.

Al contrario dei tubi monolumi, i DLT sono disponibili in quattro misure per il paziente adulto (35F, 37F, 39F e 41F) ed in tre misure per il pazien-

te pediatrico (26F, 28F e 32F). Gli studi relativi ai criteri di scelta della taglia del DLT sono stati eseguiti prevalentemente sul tubo sinistro in quanto più utilizzato di quello destro [25]. Negli anni 90, vari Autori hanno proposto criteri che aiutassero nella scelta della misura più adatta del DLT in relazione alle caratteristiche fisiche del paziente [26-28]: sono stati valutati il diametro tracheale a livello delle clavicole (radiografia del torace), il diametro del bronco principale sinistro (TC), il diametro dell'anello cricoideo (TC). Un sistema molto pratico consiste nel considerare il sesso e l'altezza del paziente: nel sesso maschile, si utilizza il tubo da 41F se l'altezza del soggetto è superiore a 170 cm, mentre se inferiore si preferisce usare il 39F; nella donna, invece, si ricorre al 39F per un'altezza superiore a 160 cm, ed al 37F per altezze inferiori [21] (Tab. 3).

Sebbene possa essere usata una tecnica di posizionamento del DLT "alla cieca", l'avanzamento del tubo sotto guida fibrobroncoscopica, una volta che esso abbia superato il piano delle corde vocali, è probabilmente la tecnica più utilizzata [29].

Il controllo della posizione finale del tubo mediante fibrobroncoscopio appare peraltro utile per garantire una buona ventilazione mono-polmonare; infatti, il solo criterio dell'auscultazione non può essere considerato come una certezza che il tubo sia ben posizionato visto che, in percentuale molto elevata (fino al 78% per il tubo sinistro e fino all'83% per quello destro) l'osservazione con il fibrobroncoscopio dimostra in realtà una posizione finale non corretta [30].

Il controllo fibrobroncoscopico deve essere effettuato non solo a paziente supino, ma anche dopo che egli sia stato messo in decubito laterale; infatti, tale spostamento è causa di dislocazioni che, se

**Tabella 3.** Criterio pratico per la scelta della taglia del tubo a doppio lume in base all'altezza del paziente

Uomo	se altezza > 170 cm: tubo 41F se altezza < 170 cm: tubo 39F
Donna	se altezza > 160 cm: tubo 39F se altezza < 160 cm: tubo 37F

non riconosciute prontamente, possono impedire una soddisfacente ventilazione mono-polmonare o causare danni traumatici alle pareti bronchiali.

La posizione ottimale di un tubo a doppio lume sinistro, osservata dal fibrobroncoscopio fatto avanzare nel lume tracheale, vede la cuffia endo-bronchiale, insufflata con non più di 3 ml d'aria, situata nel bronco principale di sinistra ad una distanza compresa tra 5 e 10 mm dalla carena [25].

Un tubo a doppio lume mal posizionato può provocare innanzitutto la mancata esclusione dalla ventilazione del polmone da trattare chirurgicamente, rendendo impossibile l'esecuzione di una VATS; può anche causare intrappolamento d'aria e sovradistensione del parenchima polmonare nonché parziale o totale collasso del polmone ventilato, con conseguente ipossiemia.

Traumi a carico delle vie aeree possono essere provocati da tubi a doppio lume di misura sovrastimata o sottostimata: lacerazioni della *pars membranacea* della trachea, rottura delle pareti bronchiali ecc.[31].

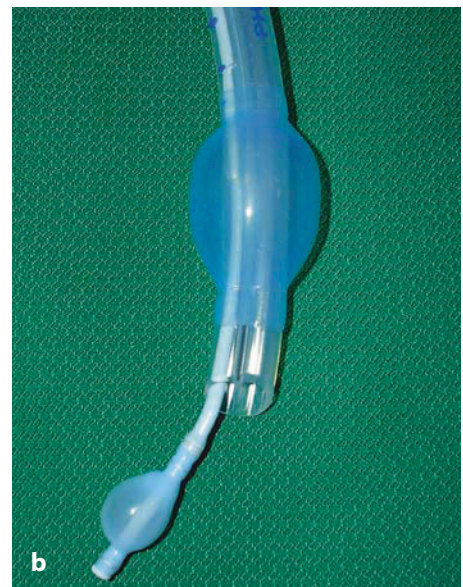
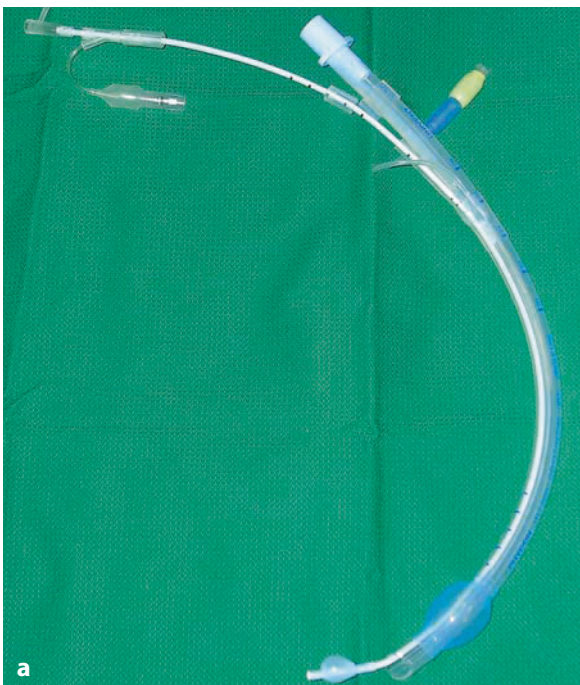
La ventilazione mono-polmonare che si realizza con un tubo a doppio lume correttamente posizionato consente al chirurgo di svolgere l'intervento su un campo operatorio ideale, essendo il polmone collassato ed i movimenti trasmessi dal mediastino molto limitati: questa condizione appare indispensabile nel successo di un intervento in VATS (resezioni atipiche, segmentectomie, lobectomie); nel contempo, il DLT garantisce un rapido passaggio dalla ventila-

zione mono-polmonare a quella bi-polmonare in caso di ipossiemia. Nei pazienti con vie aeree difficili, l'utilizzo di un DLT potrebbe risultare problematico o, addirittura, impossibile. Per questo motivo, si può ottenere una buona ventilazione mono-polmonare con un tubo monoluma tipo Univent (TCBU) o con i cosiddetti bloccatori bronchiali.

### Tubo monoluma Univent (TCBU)

Il tubo Univent o TCBU (*Torque Control Blocker Univent*) è un tubo monoluma dotato di un lume supplementare all'interno del quale scorre un bloccatore bronchiale; viene posizionato normalmente in trachea e successivamente, sotto guida fibrobroncoscopica, il bloccatore viene indirizzato verso il bronco principale di destra o di sinistra. A questo punto, la cuffia del bloccatore viene insufflata e il tratto di albero bronchiale distale ad essa viene escluso dalla ventilazione. Il bloccatore bronchiale è anche munito di un canale che può essere usato per aspirare secrezioni o per insufflare ossigeno nel polmone escluso dalla ventilazione in caso di ipossiemia.

L'Univent viene considerato vantaggioso, rispetto al DLT, nei casi di intubazione difficile [32, 33]; può essere usato in pazienti tracheostomizzati [34], consente un blocco selettivo lobare [35], può essere rapidamente trasformato in un tubo endotracheale normale desufflando la cuffia del bloccatore e ritirando lo stesso dal bronco in cui era situato (Fig. 3 a e b).



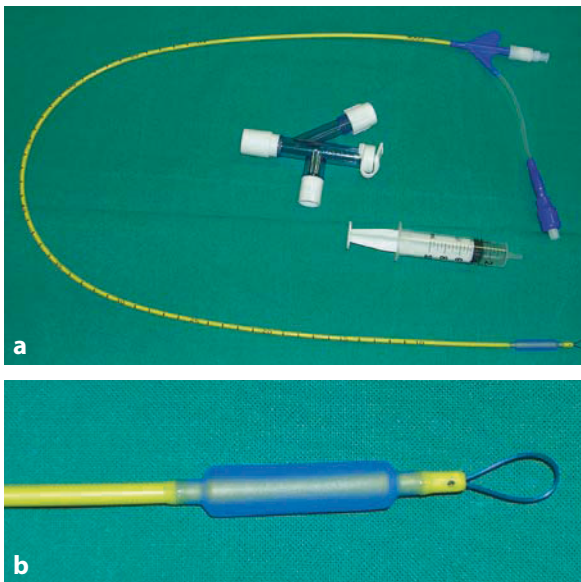
**Fig. 3.** Tubo Univent per ventilazione mono-polmonare (a). Particolare della sua estremità distale: si notino il bloccatore bronchiale con cuffia insufflata e la cuffia tracheale (b)

## Bloccatori bronchiali

La ventilazione mono-polmonare ed anche il collasso di un solo lobo possono essere realizzate anche mediante bloccatori bronchiali indipendenti che vengono posizionati, sempre sotto guida fibrobroncoscopica, attraverso un tubo endotracheale normale monolumine. I più utilizzati sono attualmente il bloccatore di Arndt e quello di Cohen.

Il *bloccatore di Arndt* è caratterizzato dalla presenza di un filo metallico che fuoriesce dall'estremità del suo lume, distalmente alla cuffia, formando un occhiello; quest'ultimo può essere stretto attorno alla punta del fibrobroncoscopio che costituisce la guida per indirizzare il bloccatore nella giusta direzione. Il sistema è dotato di un raccordo a tre vie che si connette alla parte prossimale del tubo endotracheale monolumine; una via viene utilizzata per ventilare il paziente, la seconda per far progredire il bloccatore stesso, la terza per introdurre il fibrobroncoscopio (Fig. 4 a e b) [36].

Il *bloccatore di Cohen*, simile al precedente, è munito di un dispositivo che permette di ruotare l'estremità distale del catetere, orientandola quindi più facilmente verso il lato in cui deve essere realizzata l'esclusione di parenchima polmonare [37].



**Fig. 4.** Bloccatore bronchiale di Arndt per la ventilazione mono-polmonare e raccordo a tre vie (a). Particolare della sua estremità distale: si notino la cuffia insufflata e l'occhiello che viene utilizzato per consentire il suo posizionamento tramite broncoscopio (b)

Dal confronto tra le varie tecniche che si utilizzano per la ventilazione mono-polmonare emergono alcune importanti osservazioni. L'uso del tubo a doppio lume è sicuramente molto più diffuso rispetto agli altri presidi suesposti; i DLT richiedono minor tempo per essere posizionati rispetto all'Univent o ai bloccatori bronchiali, consentono di ottenere un collasso più rapido del polmone, si posizionano più facilmente di un bloccatore e garantiscono una più efficace aspirazione delle secrezioni; l'esposizione chirurgica del polmone che i vari presidi possono garantire si è dimostrata comunque simile in tutti i casi [38, 39].

L'avvento delle tecniche di ventilazione a pressione positiva ha permesso un ulteriore notevole impulso allo sviluppo della chirurgia toracica risolvendo i problemi del respiro paradossale e del pneumotorace, eventi che si verificano quando la parete toracica viene aperta ed il paziente è in respiro spontaneo. Nel 1904 i chirurghi Von Mikulicz e Sauerbruch idearono un grande parallelepipedo all'interno del quale poteva essere prodotta una pressione negativa (fino a  $-15$  cm di  $H_2O$ ) rispetto a quella atmosferica [40]: la testa del paziente era situata fuori dal parallelepipedo sicché egli poteva continuare a respirare normalmente, mentre il resto del corpo era all'interno del cilindro, insieme con il chirurgo toracico!

La possibilità di utilizzare presidi per l'intubazione tracheale consentì negli anni seguenti di poter ventilare i pazienti con una pressione positiva, portandola fino alla ventilazione mono-polmonare.

Un problema correlato alla ventilazione mono-polmonare è quello dell'insorgenza di ipossiemia a carico del paziente con ridotta riserva respiratoria che non tollera il collasso di un polmone ed il relativo shunt che l'esclusione realizza. La necessità di interrompere la OLV per evitare conseguenze gravi al paziente stesso non consentirebbe la continuazione di una procedura in VATS. In realtà, l'utilizzo durante OLV di una  $FiO_2$  pari ad 1, di una PEEP sul polmone ventilante e di una CPAP su quello collassato permettono spesso di ristabilire una buona ossigenazione per consentire di portare a termine la procedura chirurgica senza problemi.

In letteratura sono riportate molte esperienze riguardo all'utilità di queste tecniche. L'applicazione sul polmone non ventilante di una CPAP pari a 5 cm di  $H_2O$  con la somministrazione di  $FiO_2$  di 0,5 migliora l'ossigenazione arteriosa e diminuisce la frazione di shunt più che la sola somministrazione di  $FiO_2$  pari ad 1; il ricorso a pressioni di CPAP superiori a 5 cm di  $H_2O$  non migliora significativamente la  $PaO_2$  e peggiora, insufflando eccessivamente il polmone non ven-

tilante, la situazione a livello di campo operatorio, rendendo più difficoltosa la procedura in VATS [3, 6, 41, 42]. Anche l'applicazione di una PEEP pari a 10 cm di H<sub>2</sub>O sul polmone ventilante migliora l'ossigenazione in pazienti con bassi valori di paO<sub>2</sub> [43].

La CPAP e la PEEP possono essere applicate anche contemporaneamente in caso di ipossiemia durante OLV.

### Ventilazione monopolmonare intermittente

Se il paziente sottoposto a ventilazione monopolmonare non tollera intraoperatoriamente l'esclusione funzionale del polmone, si verifica una progressiva desaturazione arteriosa. In questi casi è necessario reincludere il polmone fino al raggiungimento di una percentuale di saturazione ottimale. Una volta nuovamente escluso il polmone può verificarsi ancora una desaturazione arteriosa tale da comportare una seconda reinclusione e così via. In questi casi l'intervento in VATS viene effettuato "ad intermittenza", alternando momenti di esclusione polmonare in cui si eseguono i vari tempi chirurgici, a momenti di ventilazione bipolmonare in cui l'intervento viene momentaneamente sospeso. Solitamente al di sotto del 90% di saturazione il polmone viene reincluso e, dopo adeguata iperossigenazione, si procede ad una nuova esclusione una volta raggiunta una saturazione del 98-100%.

È questa una tecnica poco frequente ma che consente di poter effettuare l'intervento videotoracoscopico in pazienti con scarsa tolleranza funzionale all'esclusione polmonare.

### Esclusione selettiva lobare

L'esclusione selettiva lobare viene utilizzata in pazienti selezionati, portatori di insufficienza respiratoria. La tecnica consente una sufficiente ossigenazione intraoperatoria permettendo al chirurgo di poter lavorare in uno spazio adeguato e di effettuare resezioni non anatomiche (apicectomia per pneumotorace, segmentectomia atipica per neoplasie polmonari) nel lobo escluso dalla ventilazione.

Come già enunciato, i bloccatori bronchiali tipo Arndt e Cohen e lo stesso Univent possono permettere un blocco selettivo lobare [35]. Altri Autori utilizzano un sondino nasogastrico posizionato sotto controllo fibrobroncoscopico e raccordato ad un aspiratore per raggiungere un efficace collasso lobare [44].

### Ventilazione bipolmonare a bassi volumi

Se il paziente in condizioni respiratorie compromesse non tollera la ventilazione monopolmonare l'intervento in VATS può essere effettuato utilizzando un tubo endotracheale normale e ventilando il paziente con volumi molto bassi (valori di *tidal volume* compresi tra 150 e 250 ml) per minimizzare gli effetti di movimento dovuti al parenchima polmonare ventilante. In tal modo si garantisce uno spazio minimo all'interno del cavo pleurico per poter dare al chirurgo la possibilità di lavorare pur mantenendo parametri di ossigenazione ematica soddisfacenti.

È ovvio che questa tecnica può essere applicata ad interventi semplici come le biopsie pleuriche, mentre non risulta affatto idonea all'esecuzione di interventi più complessi su mediastino e parenchima polmonare [45].

### Insufflazione endopleurica di CO<sub>2</sub>

Nel caso sia problematico il posizionamento di un tubo a doppio lume, come ad esempio nei pazienti pediatrici, il collasso polmonare si può ottenere insufflando CO<sub>2</sub> in cavità toracica con una tecnica simile a quella della chirurgia videolaparoscopica. L'introduzione della CO<sub>2</sub> necessita di un insufflatore e del posizionamento nello spazio intercostale di un ago di Veress. Una volta inserito l'ago si insufflano 0,5 l di CO<sub>2</sub> che determinano un iniziale collasso del polmone, seguiti da un'insufflazione a pressione positiva fino ad 1 l/min [46]. Questa tecnica non è esente da complicanze, rappresentate da:

- possibile lesione del polmone da ago di Veress
- pneumotorace ipertensivo
- ipotensione e bradicardia da stimolazione vagale
- embolia gassosa

In corso di intervento VATS con collasso polmonare da insufflazione di CO<sub>2</sub> è ovviamente necessario, al pari della chirurgia videolaparoscopica, l'utilizzo di trocars valvolati per evitare la fuoriuscita della CO<sub>2</sub> dal torace durante le manovre chirurgiche.

In base alle varie considerazioni finora esposte riguardo alla ventilazione a pressione positiva e mono-polmonare si può comprendere perché, di fatto, il ricorso all'anestesia generale rappresenti nella maggior parte dei casi la migliore soluzione per l'esecuzione di un intervento in VATS.

Le anestesi locali e locoregionali (blocco dei nervi intercostali, blocco paravertebrale toracico, anestesia peridurale) vengono generalmente associate all'anestesia generale quando si ricorre a tec-

niche chirurgiche toracotomiche, in quanto la minore componente algica determinata da una VATS in molti casi viene controllata in maniera ottimale da una terapia antalgica prevalentemente endovenosa.

Interventi molto semplici, per esempio biopsie pleuriche, vengono in qualche caso eseguite in VATS con l'ausilio di una tecnica anestesiológica locale o locoregionale ma ciò, in effetti, riguarda un numero molto limitato di procedure chirurgiche

## Monitoraggio intraoperatorio

Il monitoraggio minimo durante l'anestesia è stato definito per la prima volta dall'ASA (*American Society of Anesthesiology*) nell'Ottobre del 1986 ed ha subito aggiornamenti nel corso degli anni, l'ultimo dei quali risalente al 2004 [47] (Tab. 4). In esso si considerano quattro elementi fondamentali del paziente che devono essere controllati continuamente durante la pratica anestesiológica: l'ossigenazione, la ventilazione, la circolazione e la temperatura. La chirurgia toracica, sia essa toracotomica o in VATS, non si sottrae a queste linee guida e presenta aspetti particolari che assumono importanza maggiore rispetto che ad altre chirurgie.

## Ossigenazione

Per garantire l'ossigenazione del paziente durante l'anestesia generale è innanzi tutto necessario che il respiratore sia in grado di monitorare in continuo la miscela gassosa erogata, in particolar modo la percentuale di O<sub>2</sub> in essa contenuta; è altresì necessario che un allarme segnali l'eventuale ca-

data del flusso di O<sub>2</sub> al di sotto del 21% nei gas inspirati [47].

La valutazione dello stato di ossigenazione del paziente viene ottenuta mediante la saturimetria periferica; si auspica inoltre che si disponga di un'illuminazione e di condizioni di campo operatorio tali da permettere di osservare direttamente la cute e le mucose del paziente. I saturimetri attualmente utilizzati sono in grado, generalmente mediante un sensore a raggi infrarossi posto sul dito del paziente, di calcolare la percentuale di emoglobina saturata di O<sub>2</sub> nel circolo periferico. Questo dato assume molta importanza, soprattutto durante la ventilazione mono-polmonare, perché consente di individuare desaturazioni in corso di atto chirurgico. In generale, considerando la normale curva di dissociazione dell'emoglobina, una saturazione periferica di O<sub>2</sub> pari al 90% corrisponde ad una paO<sub>2</sub> di 60 mmHg circa. Nell'interpretazione dei dati provenienti dalla saturimetria periferica devono essere considerati alcuni fattori: innanzitutto, le desaturazioni e le risaturazioni vengono segnalate sul monitor con una latenza che si aggira tra gli 8 e i 12 secondi rispetto al reale; inoltre, situazioni che inducono vasocostrizione periferica o ridotto flusso sanguigno alle estremità (ipotermia, bassi valori di pressione arteriosa) o anche movimenti minimi del paziente, possono interferire con una corretta misurazione [48]. A questo riguardo la tecnologia moderna, in continua evoluzione, sta ideando e realizzando nuovi sistemi di rilevazione che potrebbero risultare più affidabili e meno sensibili ad interferenze [49, 50]. Per effettuare una valutazione più precisa della paO<sub>2</sub> e della paCO<sub>2</sub>, tuttavia, lo studio dell'emogasanalisi arteriosa appare indispensabile e per questo motivo è sempre auspicabile, in caso di qualsiasi dubbio, il ricorso ad essa.

## Ventilazione

Per quello che riguarda il monitoraggio della ventilazione durante anestesia generale (volume corrente e volume minuto erogati dal respiratore e restituiti dal paziente, pressione delle vie aeree, composizione della miscela gassosa erogata), l'introduzione nell'uso routinario della capnometria e della capnografia rappresenta forse il principale miglioramento tecnico nell'anestesia moderna. Nella maggior parte dei casi il rilievo della CO<sub>2</sub> del paziente viene calcolato da un dispositivo a raggi infrarossi collocato sul circuito respiratorio che permette la lettura di un valore numerico (capnometria) e l'andamento in forma di curva su uno schermo (capnografia). La principale utilità di questo monitoraggio è innanzitutto la possibilità

**Tabella 4.** Monitoraggio utilizzato di routine nel paziente sottoposto a VATS presso la Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica dell'Azienda Policlinico di Modena

- *Tracciato elettrocardiografico continuo*
- *Pressione arteriosa non invasiva (pazienti sani sottoposti ad interventi di breve durata e semplici)*
- *Pressione arteriosa cruenta (arteria radiale)*
- *Pulsiossimetria periferica*
- *Capnometria e capnografia*
- *Curve flusso-volume e volume-pressione durante ventilazione meccanica*
- *Doppler trans-esofageo (in pazienti selezionati)*
- *Pressione venosa centrale (in pazienti selezionati)*

immediata di accertare l'avvenuta intubazione oro-tracheale dopo induzione dell'anestesia generale, riconoscendo quindi rapidamente un'eventuale intubazione in esofago. Il valore dell'end-tidal  $\text{CO}_2$  ( $\text{etCO}_2$ ) consente anche di ottenere una serie di informazioni importanti sulla meccanica respiratoria del paziente, sulla qualità del flusso aereo, sulla gittata cardiaca [50, 51]. In chirurgia toracica, la conoscenza del valore di end-tidal  $\text{CO}_2$  può essere utilizzato sia in corso di ventilazione bi-polmonare che mono-polmonare; nel primo caso tale dato consente di modificare i volumi e la frequenza respiratoria al fine di ottimizzare gli scambi gassosi. In corso di respirazione mono-polmonare è possibile monitorare separatamente l'end-tidal  $\text{CO}_2$  del polmone ventilato e di quello escluso; l'utilizzo di questa tecnica ha consentito di individuare difetti di perfusione polmonare dovuti, per esempio, ad un evento embolico acuto, con possibilità di instaurare rapidamente un'adeguata terapia [52, 53]. L'osservazione dell' $\text{etCO}_2$  intra-operatoria può, infatti, contribuire a determinare l'entità dello spazio morto alveolare, come nel caso della brusca caduta dei valori di  $\text{CO}_2$  rilevata in corso di embolia (con aumento del parenchima polmonare non ventilato, e quindi dello spazio morto) [54]. Rispetto al valore di  $\text{paCO}_2$  che si può ottenere dall'emogasanalisi arteriosa, l' $\text{etCO}_2$  risulta in genere da 2 a 5 mmHg più bassa (nel paziente con BPCO tale discrepanza può arrivare anche a 10). È stato ideato e provato in chirurgia toracica un sistema che consente di rilevare la  $\text{paCO}_2$  attraverso un dispositivo trans-cutaneo [55]; questo metodo ha una latenza che si aggira intorno ai venti minuti, quindi è più adatto al monitoraggio intra-operatorio ed inutile per individuare rapidamente un'eventuale intubazione esofagea.

Durante ventilazione sia bi- che mono-polmonare, può essere importante disporre di un sistema che consenta di visualizzare su uno schermo l'andamento delle curve volume-pressione e flusso-volume. La spirometria intra-operatoria, infatti, può precocemente segnalare un eventuale malposizionamento o dislocazione del tubo a doppio lume, poiché ciò si manifesta con una modificazione della curva respiratoria prima ancora di produrre ipossiemia così come può evidenziare fughe d'aria dal polmone che abbia subito una resezione chirurgica [56].

## Circolazione

Secondo l'ASA [47] il monitoraggio minimo della funzione circolatoria durante l'anestesia prevede la presenza di un tracciato elettrocardiografico continuo, la misurazione della pressione arteriosa, ed

almeno una tra le seguenti condizioni: palpazione del polso, auscultazione dei suoni cardiaci, monitoraggio di una traccia di pressione intra-arteriosa, monitoraggio ad ultrasuoni del polso periferico, o polso da pletismografia o da ossimetria.

Data per scontata la presenza costante della traccia elettrocardiografica, il monitoraggio più comune della pressione arteriosa sistemica è sicuramente costituito dal bracciale pneumatico automatico che viene posto alla radice dell'arto superiore del paziente. Bisogna tener presente che i dati ottenuti con questo metodo risentono di alcune variabili come la giusta misura del bracciale, la forza o la lentezza con cui esso cinge il braccio; questi fattori possono influenzare il valore di pressione arteriosa che compare sullo schermo. In chirurgia toracica con paziente in decubito laterale, inoltre, spesso il bracciale viene messo sull'arto situato in alto e quindi la pressione arteriosa da esso rilevata è minore rispetto a quella effettiva a livello aortico. Per questi motivi, il rilevamento della pressione arteriosa durante toracotomia o VATS mediante metodo cruento (incannulamento arteria radiale) è consigliato, considerando anche il fatto che spesso è necessario effettuare prelievi di sangue arterioso per emogasanalisi. Anche i dati relativi alla pressione arteriosa cruenta possono essere influenzati da fattori che sottostimano o sovrastimano il valore risultante sullo schermo (rigidità, lunghezza ed ampiezza del lume del catetere intrarterioso, densità del sangue ecc.) [57]. Per pazienti in buone condizioni di salute, che devono essere sottoposti ad interventi di breve durata e presumibilmente semplici (es. biopsie), è possibile scegliere di non rilevare la pressione arteriosa con metodo cruento per evitare una manovra comunque invasiva.

La pressione venosa centrale e la pressione d'incuneamento in arteria polmonare (mediante catetere di Swan-Ganz), pur fornendo informazioni estremamente utili, non può essere considerata di uso routinario, ma solo in casi specifici e selezionati.

Lo stesso discorso può essere fatto relativamente all'uso della ecografia trans-esofagea, metodica fondamentale per lo studio della funzione e della cinetica cardiaca ma non sempre facilmente disponibile e per l'utilizzo della quale è necessaria una curva d'apprendimento piuttosto lunga da parte dell'operatore. Nell'esperienza degli Autori risulta positiva l'impressione relativa all'utilizzo delle recenti sonde doppler alternative al tradizionale ecografo trans-esofageo. Esse vengono poste, per via orale o nasale, a livello del tratto medio dell'esofago. Il segnale doppler emesso viene inviato ad un software che lo raccoglie ed elabora inviando i dati ottenuti ad uno schermo di ridotte dimensioni e facilmente trasportabile (molto più di

un ecocardiografo!); si possono così avere informazioni su contrattilità del miocardio, frazione d'eiezione, gittata cardiaca, dimensioni dell'aorta e resistenze vascolari [58].

### Temperatura

Il monitoraggio della temperatura esterna ed interna con i vari *devices* attualmente disponibili (sonde cutanee, auricolari, esofagee, vescicali, rettali), costituisce un prezioso strumento che, associato ai vari mezzi per limitare la termodispersione del paziente durante anestesia (scaldaliquidi, telini gonfiabili ad aria calda ecc.), contribuisce a prevenire l'ipotermia e tutte le conseguenze ad essa correlate.

### Analgesia postoperatoria

Il dolore peri-operatorio ed il suo trattamento rappresentano, in generale, uno dei problemi più importanti correlati alla chirurgia; in particolare, le stimolazioni algogene prodotte dalla chirurgia toracica sono superiori rispetto alle altre ed hanno un impatto molto forte sulla morbilità e mortalità peri-operatorie [59, 60]. Ciò ha indotto i chirurghi toracici, nel corso degli anni, a modificare le tecniche chirurgiche classiche nel tentativo di ridurre il più possibile l'entità del dolore ad esse correlate; al posto della tradizionale toracotomia postero-laterale sono state utilizzate le incisioni con risparmio dei gruppi muscolari del torace (*muscle-sparing thoracotomy*), le toracotomie trans-ascellari, le minitoracotomie e, soprattutto, la videotoracosopia (VATS) [61].

Un notevole sforzo è stato fatto anche nel campo della terapia antalgica con l'utilizzo di tecniche e di farmaci in grado di trattare efficacemente il dolore postoperatorio, ma anche di prevenire e controllare l'insorgenza. Attualmente si parla, infatti, di approccio antalgico "multimodale" e di "*pre-emptive analgesia*" [60, 62].

L'obiettivo principale è di affrontare il problema del dolore chirurgico ancor prima della sua insorgenza (periodo pre- ed intraoperatorio) agendo con mezzi differenti sui vari livelli in cui esso è generato: blocchi nervosi mediante anestetici locali (anestesia peridurale e spinale, blocchi nervosi di nervi periferici, infiltrazione della ferita chirurgica), infusione di oppioidi per via endovenosa, intratecale, o epidurale prima, durante e dopo l'intervento chirurgico, utilizzo dei FANS durante tutta la fase perioperatoria, ricorso ad analgesici considerati non di uso comune (clonidina, ketamina, destromorfano) [62].

L'avvento delle tecniche videotoroscopiche, utilizzate ormai per un grande numero di interventi, risulta fondamentale nella prevenzione e trattamento del dolore conseguente a chirurgia toracica. L'intensa stimolazione algica prodotta dalla toracotomia (incisione della cute, retrazione o scostamento dei muscoli, divaricazione o frattura delle coste, irritazione della pleura parietale) è sicuramente molto ridotta nel caso di una procedura eseguita con l'approccio poco invasivo e conservatore della VATS. I pazienti sottoposti a interventi chirurgici in VATS riferiscono un'esperienza dolorosa nell'immediato postoperatorio significativamente minore rispetto a quelli operati con tecnica toracotomica, con altrettanto significativa riduzione della quantità di farmaci antidolorifici che devono essere somministrati nei giorni seguenti all'intervento [63, 64].

È attualmente in corso, presso la Cattedra ed U.O di Chirurgia Toracica dell'Azienda Ospedaliero- Universitaria Policlinico di Modena, uno studio relativo all'entità del dolore postoperatorio entro 48 ore dall'intervento in due gruppi di pazienti. I pazienti del gruppo A vengono sottoposti a toracotomia classica in anestesia generale con blocco dei nervi intercostali, quelli del gruppo B vengono operati con tecnica in VATS con sola anestesia generale. In entrambi i gruppi l'analgesia postoperatoria viene somministrata per via endovenosa con dispositivo elastomerico dotato di PCA (patient control analgesia) e consiste nell'infusione di morfina e FANS (Tab. 5).

**Tabella 5.** Protocollo di terapia antalgica post-operatoria relativo ad uno studio tuttora in corso presso la Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica dell'Azienda Policlinico di Modena su pazienti da sottoporre a VATS ed a toracotomia

Gruppo A (toracotomia): anestesia generale  
+ blocco nn.intercostali con ropivacaina 5% 100 mg

Starter (20 min dalla fine dell'intervento):  
morfina 0,1 mg/kg + ketoprofene 2-2,2 mg/kg ev in bolo  
Mantenimento: morfina 0,01 mg/kg/h + ketoprofene  
0,2 mg/kg/h ev

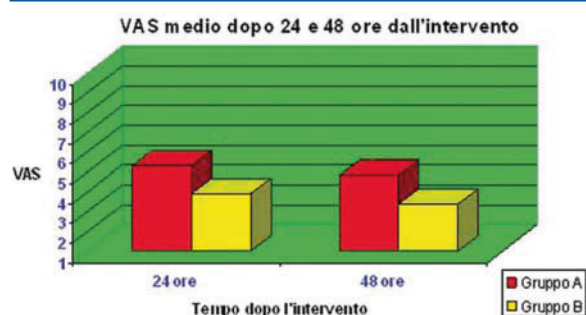
Gruppo B (VATS): anestesia generale

Starter (20 min dalla fine dell'intervento):  
morfina 0,05 mg/kg + ketoprofene 2-2,2 mg/kg ev in bolo  
Mantenimento: morfina 0,005 mg/kg/h + ketoprofene  
0,2 mg/kg/h ev

L'entità del dolore postoperatorio viene valutata mediante VAS (Visual Analogue Scale) ogni 4 ore nelle prime 24 ore dopo l'intervento (escluse le ore notturne) ed ogni 8 ore nelle 24 ore successive. Vengono registrati il numero dei ricorsi del paziente alla PCA e la comparsa di effetti collaterali (nausea, vomito, depressione respiratoria, rash cutanei ecc.). Dall'analisi statistica dei primi dati, ancora provvisori perché relativi ad una casistica limitata (20 gruppo A, 22 gruppo B) sembra evidente il riscontro di un VAS significativamente più basso nei pazienti operati in VATS rispetto a quelli sottoposti a toracotomia (VAS media nelle prime 24 ore: gruppo A 5, 3 gruppo B 3, 9; VAS media nelle 24 ore successive: gruppo A 4, 8 – gruppo B 3, 4) nonostante che per i pazienti del gruppo B vengano utilizzati dosaggi dimezzati di morfina (Fig. 5).

Il controllo del dolore nell'immediato postoperatorio migliora la funzione respiratoria del paziente e riduce significativamente la comparsa di complicanze post-intervento, influenzando quindi anche sui tempi di degenza. In particolare, l'uso di oppioidi in dosi elevate cui si deve ricorrere spesso dopo toracotomia può indurre depressione respiratoria tale da provocare ipossiemia.

Le procedure eseguite in VATS sono in grado di preservare i volumi respiratori pre-operatori del paziente (FVC e FEV<sub>1</sub>) in misura maggiore rispetto a quelle eseguite mediante toracotomia. Ciò è sicuramente da attribuirsi alla minore esperienza algica dei pazienti, anche perché se la toracotomia viene eseguita associando l'anestesia peridurale a quella generale (ancora oggi la metodica maggiormente utilizzata per ridurre l'intenso dolore toracotomico), la funzione respiratoria ed i volumi polmonari del paziente nell'immediato postoperatorio si mantengono simili a quelli dei soggetti sottoposti a VATS [65].



**Fig 5.** Dati provvisori relativi al valore medio del VAS nelle prime 48 ore dopo l'intervento con tecnica toracotomica (gruppo A) ed in VATS (gruppo B); studio ancora in corso presso la Cattedra ed U.O. di Chirurgia Toracica dell'Azienda Policlinico di Modena

Una buona funzione respiratoria ed un efficace riflesso della tosse prevengono le atelettasie, le polmoniti e l'insufficienza respiratoria con ipossiemia; a questo riguardo, la riduzione del dolore prodotta dalla tecnica chirurgica in VATS migliora l'outcome del paziente.

L'intenso dolore postoperatorio attiva una risposta allo stress da parte dell'organismo con aumento dei livelli di catecolamine circolanti, alterazioni dell'omeostasi glucidica e della coagulazione, squilibri nel bilancio del sodio ecc. Tutto ciò favorisce l'insorgenza di complicanze quali infarto miocardico, trombosi venosa profonda, embolia polmonare, sovraccarico di fluidi. [60, 66, 67].

È stato osservato che la lobectomia eseguita in VATS piuttosto che in toracotomia determina un minore incremento del livello ematico di citochine, sostanze ritenute responsabili delle alterazioni metaboliche, emodinamiche ed immunitarie che si verificano in seguito ad aggressione chirurgica dell'organismo [68].

Anche se la minore componente algica indotta dalla VATS nei confronti della toracotomia è unanimemente riconosciuta, bisogna tener presente che il problema dolore non deve essere sottovalutato; in effetti, ci sono alcune particolari procedure (come, per esempio, la pleuroabrasione) che, pur essendo realizzate con un approccio videotoracoscopico poco invasivo, appaiono in grado di produrre una sintomatologia dolorosa che deve essere adeguatamente trattata. Oltretutto, se i vantaggi della VATS nei confronti della toracotomia sono molto evidenti nell'immediato postoperatorio, a distanza di un anno la percentuale d'insorgenza di sindrome dolorosa toracica post-chirurgica è pressoché identica in tutti i pazienti, indipendentemente dalla tecnica chirurgica utilizzata [63, 69, 70]. La possibilità che tale sindrome dolorosa possa far perdere, a lungo andare, i vantaggi dell'approccio in VATS, peggiorando la qualità di vita del paziente, è un evento da prendere in considerazione.

Il dolore a lungo termine riferito da pazienti che sono stati sottoposti a VATS, di natura neuropatica, è localizzato soprattutto nei punti in cui sono stati inseriti i vari trocar e comunque lungo il decorso dei nervi intercostali probabilmente danneggiati dai trocar stessi [3, 71]. Per tale motivo l'adozione di materiali sempre meno traumatizzanti e di tecniche d'inserzione del trocar che minimizzino le torsioni e le eventuali compressioni dei nervi intercostali rappresentano l'oggetto di studio dei moderni chirurghi toracici.

Dal punto di vista della terapia antalgica, invece, un trattamento precoce del dolore postoperatorio con farmaci ed eventuali tecniche loco-regionali contribuisce sicuramente a ridurre le con-

seguenze a lungo termine di un intervento chirurgico eseguito sulla parete toracica.

Un altro aspetto importante che riguarda i pazienti sottoposti ad interventi sul polmone con tecnica toracotomica è relativo allo sviluppo della sindrome dolorosa a carico della spalla, che è consecutiva all'intervento stesso. Le cause di questa dolorosa conseguenza della toracotomia sono varie: danno dei nervi intercostali, dissezione dei grandi muscoli del torace. Secondo alcuni Autori le tecniche in VATS sarebbero in grado di ridurre sensibilmente tale sintomatologia algica che può risultare estremamente invalidante per il paziente e condizionare fortemente la sua qualità di vita [72].

Gli oppioidi (morfina) ed i FANS (ketoprofene, ketorolac ecc) sono i farmaci di più largo impiego nella terapia antalgica endovenosa degli interventi sul polmone eseguiti in VATS.

Essi possono essere utilizzati ancor prima dell'intervento (*pre-emptive analgesia*) al fine di bloccare dall'inizio la cascata dei processi che inducono l'insorgenza del dolore.

Il ricorso alla PCA (*patient control analgesia*) rappresenta una metodica ormai largamente utilizzata nella terapia antalgica postoperatoria. Il blocco dei nervi intercostali, eseguito con anestetici locali a lunga durata d'azione (ropivacaina, bupivacaina) si è dimostrata una tecnica valida per ridurre ulteriormente il consumo di farmaci anti-dolorifici nell'immediato periodo postoperatorio in pazienti sottoposti a VATS [73]. L'uso di tecniche di anestesia loco-regionale come quella peridurale o il blocco paravertebrale toracico, utilissime nel caso di toracotomia, appaiono nelle VATS meno utilizzati proprio per la possibilità di ricorrere, con ottimi risultati, a tecniche più semplici. Tuttavia, il posizionamento di un catetere peridurale può essere fondamentale nel caso di interventi che, cominciati con tecnica in VATS, vengano convertiti successivamente in toracotomia. A questo riguardo, è indispensabile la buona collaborazione dell'anestesista e del chirurgo toracico così come una corretta e consapevole pianificazione della strategia pre-operatoria che coinvolga in prima persona il paziente.

## Conclusioni

La chirurgia toracica videoassistita ha subito, in questi ultimi anni, un notevolissimo sviluppo; il miglioramento delle tecniche e dei materiali ha indotto il chirurgo toracico ad abbandonare quasi totalmente, per alcune procedure, le tecniche toracotomiche.

La VATS si è dimostrata infatti altrettanto valida, dal punto di vista diagnostico e terapeutico, rispetto alla toracotomia; nello stesso tempo, ha ridotto il problema del dolore nel paziente toracico e tutte le conseguenze da esso provocate (complicanze postoperatorie, lunga degenza, esiti invalidanti come la sindrome dolorosa della spalla, ricorso a dosi elevate di farmaci antidolorifici ecc.).

I progressi anestesiológicos, in particolare la ventilazione mono-polmonare ed il trattamento del dolore postoperatorio, hanno contribuito in maniera determinante al perfezionamento di tale tecnica chirurgica, migliorando nello stesso tempo le condizioni di lavoro del chirurgo toracico ma, soprattutto, l'outcome per il paziente.

È prevedibile, quindi, che anche in futuro tale "alleanza" tra chirurgo toracico ed anestesista divenga ancora più stretta, al fine di rendere l'intervento in VATS sempre più sicuro ed efficace.

## Bibliografia

1. Sullivan EA (2005) Anesthetic considerations for special thoracic procedures. *Thorac Surg Clin* 15:131-142
2. Sihoe ADL, Au SSW, Cheung ML et al (2004) Incidence of chest wall paresthesia after video-assisted thoracic surgery for primary spontaneous pneumothorax. *Eur J Cardiothorac Surg* 25:1054-1058
3. Passlick B, Born CH, Siemel W et al (2001) Incidence of chronic pain after minimal-invasive surgery for spontaneous pneumothorax. *Eur J Cardiothorac Surg* 19:355-359
4. Erdek MA, Staats PS (2005) Chronic pain and thoracic surgery. *Thorac Surg Clin* 15:123-130
5. Jancovici R, Lang-Lazdunski L, Pons F et al (1996) Complication of video-assisted thoracic surgery: a five year experience. *Ann Thorac Surg* 61:533-537
6. Walker WS, Pugh GC, Craig SR et al (1996) Continued experience with thoracoscopic major pulmonary resection. *Int Surg* 81:255
7. Slinger PD, Jonston MR et al (2005) Preoperative assessment: an anesthesiologist perspective. *Thorac Surg Clin* 15:11-25
8. Reilly JJ (1999) Evidence-based preoperative evaluation of candidates for thoracotomy. *Chest* 116:674s-676s
9. Wang JET, Olak J, Ferguson MK et al (1999) Diffusing capacity predicts mortality but not long-term survival after resection for lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg* 17:581-585
10. Olsen GN, Bolton JWR, Weiman DS et al (1991) Stair climbing as an exercise test to predict postoperative complications of lung resection. *Chest* 99:587-590
11. Cahalin L, Pappagianopoulos P, Prevost S et al (1995) The relationship of the 6-min walk test to maximal oxygen consumption in transplant candidates with end-stage lung disease. *Chest* 108:452-457
12. Walsh GL, Morice RC, Putnam JB et al (1994) Resection of lung cancer is justified in high risk patients selected by oxygen consumption, *Ann Thorac Surg* 58:704-710

13. Guedel AE, Waters RM (1928) A new intratracheal catheter. *Anesth Analg* 7:238-239
14. Gale JW, Waters RM (1931) Closed endobronchial anesthesia in thoracic surgery. *J Thorac Surg* 1:432-437
15. Graham AE, Singer JJ (1933) Successful removal of the entire lung for carcinoma of the bronchus. *JAMA* 101:1371-1374
16. Bjork VO, Carlens E (1950) The prevention of spread during pulmonary resection by the use of double lumen catheter. *J Thorac Surg* 20:151-157
17. Robertshaw FL (1962) Low resistance double-lumen endobronchial tubes. *Br J Anaesth* 34:576-579
18. Brodsky JB, Lemmens HJ (2003) Left double-lumen tubes: clinical experience with 1170 patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 17:289-298
19. Campos JH, Massa CF, Kernstine KH (2000) The incidence of right upper-lobe collapse when comparing a right-sided double-lumen tube versus a modified left double lumen tube for left-sided thoracic surgery. *Anesth Analg* 90:535-540
20. Campos JH, Gomez MN (2002) Pro: right-sided double-lumen endotracheal tubes should be routinely used in thoracic surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 16:246-248
21. Fischler M (2002) Anestesia in chirurgia toracica. In: *Encycl Med Chir, Edition Scientifiques et Médicales Elsevier SAS Paris. Anestesia Rianimazione*, 36-570-A-10
22. Benumof JL, Partridge BL, Salvatierra C et al (1987) Margin of safety in positioning modern double-lumen endotracheal tubes. *Anesthesiology* 67:729-738
23. McKenna MJ, Wilson RS, Botelho (1988) Right upper lobe obstruction with right-sided double-lumen endobronchial tubes: a comparison of two tube types. *J Cardiothorac Anesth* 2:734-740
24. Kaplan JA, Slinger PD (2003) *Thoracic Anesthesia – III* edition Churchill Livingstone, Elsevier Science Philadelphia, pp 162-163
25. Campos JH (2005) Progress in lung separation. *Thorac Surg Clin* 15:71-83
26. Brodsky JB, Macario A, Mark JB (1996) Tracheal diameter predicts double-lumen tube size: a method for selecting left double-lumen tubes. *Anesth Analg* 82:861-864
27. Chow MYH, Liam BL, Thng CH et al (1999) Predicting the size of a double-lumen endobronchial tube using computed tomographic scan measurements of the left main bronchus diameter. *Anesth Analg* 88:302-305
28. Seymour AH (2003) The relationship between the diameters of the adult cricoid ring and main tracheobronchial tree: a cadaver study to investigate the basis for double-lumen size selection. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 17:299-301
29. Boucek CD, Landreneau R, Freeman JA et al (1998) A comparison of techniques for placement of double-lumen endobronchial tubes. *J Clin Anesth* 10:557-560
30. Klein U, Karzai W, Bloos F et al (1998) Role of fiberoptic bronchoscopy in conjunction with the use of double-lumen tubes for thoracic anesthesia. *Anesthesiology* 88:346-350
31. Fitzmaurice BG, Brodsky JB (1999) Airway rupture from double-lumen tubes. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 13:322-329
32. Baraka A (1996) The Univent tube can facilitate difficult intubation in a patient undergoing thoracoscopy. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 10:693-694
33. Campos JH (2002) Difficult airway and one-lung ventilation. *Curr Rev Clin Anesth* 22:197-208
34. Dhamee MS (1997) One-lung ventilation in a patient with a fresh tracheostomy using the tracheostomy tube and a Univent endobronchial blocker. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 11:124-125
35. Campos JH (1997) Effects on oxygenation during selective lobar versus total lung collapse with or without continuous positive airway pressure. *Anesth Analg* 85:583-586
36. Arndt GA, Kranner PW, Rusy DA et al (1999) Single-lung ventilation in a critically ill patient using fiberoptically directed wire-guided endobronchial blocker. *Anesthesiology* 90:1484-1486
37. Cohen E (2004) Methods of lung separation. *Minerva Anestesiologica* 70:313-318
38. Campos JH, Kernstine KH (2003) A comparison of a left-sided Broncho-Cath, with the torque control blocker Univent and the wire-guided blocker. *Anesth Analg* 96:283-289
39. Bauer C, Winter C, Hentz JG et al (2001) Bronchial blocker compared to double-lumen tube for one-lung ventilation during thoracoscopy. *Acta Anesthesiol Scand* 45:250-254
40. Naef AP (2003) The mid-century revolution in thoracic and cardiovascular surgery. Part I Interactive Cardiovasc Thorac Surg 2:219-236
41. Pavlik M, Cvrteckova D, Zvonecek V et al (1999) The improvement of arterial oxygenation during one-lung ventilation – effect of different CPAP levels. *Acta Chir Hung* 38:103-105
42. Senturk M, Layer M, Pembeci K et al (2004) A comparison of the effects of 50% oxygen combined with CPAP to the non-ventilated lung vs. 100% oxygen on oxygenation during one-lung ventilation. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 39:360-364
43. Cohen E, Eisenkraft JB (1996) Positive end-expiratory pressure during one-lung ventilation improves oxygenation in patients with low arterial oxygen tensions. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 10:578-582
44. Yim APC, Sihoe ADL (2005) Video-assisted thoracic surgery as a diagnostic tool. In: Shields TW, LoCicero J III, Ponn RB, Rusch VW (eds) *General Thoracic Surgery*, vol. 1 Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 314-326
45. Cerfolio RJ, Bryant AS, Sheils TM et al (2004) Video-assisted thoracoscopy surgery using single-lumen endotracheal tube anesthesia. *Chest* 126:281-285
46. Farnia A, Gioia C, Sarpellon M (1999) Anestesia ed analgesia postoperatoria. In: Di Falco G (ed) *Videotoroscopia. Indicazioni e tecniche chirurgiche*. Masson, Milano Parigi Barcellona, pp 25-31
47. American Society of Anesthesiologists House of Delegates. (2003) Standards for basic anesthetic monitoring. Approved 1986
48. Barker SJ, Tremper KK (1987) Pulse oximetry: applications and limitations. *Int Anesthesiol Clin* 25:155-175
49. Elfadel IM, Weber WM, Barker SJ et al (1995) Motion-resistant pulse oximetry. *J Clin Monit* 11: 262
50. Weber WM, Elfadel JM, Barker SJ et al (1995) Low perfusion-resistant pulse oximetry. *J Clin Monit* 11:284
51. Moon RE, Camporesi EM (2000) Respiratory monitoring. In: Miller RD (ed) *Anesthesia*. 5 ediz, Churchill Livingstone Philadelphia, pp 1255-1295
52. Dubin A, Murias G, Estenssoro E et al (2000) End-tidal CO<sub>2</sub> pressure determinants during hemorrhagic shock. *Intensive Care Medicine* 26:1619-1623

53. Shankar KB, Russel R, Aklog L et al (1999) Dual capnography facilitates detection of a clinical perfusion defect in an individual lung – case report. *Anesthesiology* 90:302-304
54. Hardman JH, Aitkenhead AR (2003) Estimating alveolar dead space from the arterial to the end-tidal CO<sub>2</sub> gradient: a modeling analysis. *Anesth Analg* 97:1846-1855
55. Oshibuchi M, Cho S, Hara T et al (2003) A comparative evaluation of trans-cutaneous and end-tidal measurements of CO<sub>2</sub> in thoracic anesthesia. *Anesth Analg* 97:1846-1851
56. Robinson R (1999) The use of side-stream spirometry to assess air leak during and after lung volume reduction surgery. *Anesthesiology* 91:571-573
57. Reich DL, Moskowitz DM, Kaplan JA (1999) Hemodynamic monitoring. In: Kaplan IA et al (eds) *Cardiac Anesthesia* 4 edizione, WB Saunders, Philadelphia, pp 321-358
58. Sinclair S, James S, Singer M (1997) Intraoperative intravascular volume optimization and length of hospital stay after repair of proximal femoral fracture: a randomized controlled trial. *BMJ* 315:909-912
59. Kruger M, McRae K (1999) Pain management in cardiothoracic practice. *Surg Clin North Am* 79:387-400
60. Ochroch EA, Gottshalk A (2005) Impact of acute pain and its management for thoracic surgical patients. *Thorac Surg Clin* 15:105-121
61. Mulder DS (1993) Pain management principles and anesthesia techniques for thoracoscopy. *Ann Thorac Surg* 56:630-632
62. Jin F, Chung F (2001) Multimodal analgesia for postoperative pain control. *J Clin Anesth* 13:524-539
63. Karmakar MK, Ho AMK (2004) Postthoracotomy pain syndrome. *Thorac Surg Clin* 14:345-352
64. Landreneau RJ, Hazelrigg SR, Mack MJ et al (1993) Postoperative pain-related morbidity: video-assisted thoracic surgery versus thoracotomy. *Ann Thorac Surg* 56:1285-1289
65. Furrer M, Rechsteiner R, Eigenmann V et al (1997) Thoracotomy and thoracoscopy: postoperative pulmonary function, pain, and chest wall complaints. *Eur J Cardiothorac Surg* 12:82-87
66. Kim PK, Deutschman CS (2000) Inflammatory responses and mediators. *Surg Clin North Am* 80:885-894
67. Epstein J, Breslow MJ (1999) The stress response of critical illness. *Crit Care Clin* 15:17-33
68. Nagahiro I, Andou A, Aoe M et al (2001) Pulmonary function, postoperative pain, and serum cytokine level after lobectomy: a comparison of VATS and conventional procedure. *Ann Thorac Surg* 72:362-365
69. Landreneau RJ, Mack MJ, Hazelrigg SR et al (1994) Prevalence of chronic pain after pulmonary resection by thoracotomy or video-assisted thoracic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107:1079-1085
70. Kirby TJ, Mack MJ, Landreneau RJ et al (1995) Lobectomy video-assisted thoracic surgery versus muscle-sparing thoracotomy. A randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 109:997-1001
71. Yim AP (1995) Minimizing chest wall trauma in video-assisted thoracic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 109:1255-1256
72. Wilson WL, Lee RLM, Lee TW et al (2003) The impact of thoracic surgical access on early shoulder function: video-assisted thoracic surgery versus postero-lateral thoracotomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 23:390-396
73. Taylor R, Massey S, Stuart-Smith K (2004) Post-operative analgesia in video-assisted thoracoscopy: the role of intercostal blockade. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 18:317-321

## Premesse

Le procedure di chirurgia supportate dall'apparecchiatura video si sono largamente diffuse in tutte le discipline chirurgiche a partire dall'inizio degli anni '90. La chirurgia toracica ha ugualmente usufruito delle innovazioni tecnologiche della strumentazione endoscopica ed ha affinato specifiche tecniche video-chirurgiche per la diagnosi e la terapia delle patologie del torace [1-5].

Tali procedure videoassistite si sono rapidamente affermate per il loro carattere "mini-invasivo" ovvero la possibilità di ottenere, grazie all'uso di una ottica endoscopica, una visualizzazione completa e magnificata delle strutture anatomiche intratoraciche. Lo sviluppo di una strumentazione chirurgica adeguata ha poi permesso di estendere le procedure chirurgiche realizzabili sotto il controllo visivo endoscopico.

Grazie a queste innovazioni tecnologiche, le tecniche di VATS vengono attualmente utilizzate in un ampio spettro di interventi di chirurgia toracica; tali tecniche, rispetto alla vie convenzionali per via toracotomica, permettono di rispettare maggiormente l'integrità del rivestimento muscolo-aponeurotico e dell'architettura osteo-condrale della parete toracica. La riduzione del trauma parietale caratteristico degli interventi videoassistiti si concretizza per il paziente, in una riduzione del dolore postoperatorio, una più rapida ripresa funzionale ed un miglior risultato estetico.

In considerazione del loro largo impiego, attualmente, i principi e le tecniche di chirurgia toracica videoassistita devono essere considerate una parte indispensabile del credito formativo degli specialisti in formazione di chirurgia toracica.

## Definizione

Le metodiche di chirurgia toracica che si avvalgono della strumentazione video sono comunemente denominate, Video-assisted Thoracic Surgery (VATS); tale acronimo inglese, tuttavia, viene spes-

so riferito ad un ampio spettro di tecniche chirurgiche tra loro differenti nella metodica di utilizzo della strumentazione videoscopica [6]. È utile pertanto distinguere:

### a) la *pleuroscopia o toracosopia medica*

Metodo di approccio videoassistito della cavità pleurica, eseguito in anestesia locale, tradizionalmente impiegato dai pneumologi.

L'ideazione della tecnica d'esplorazione tramite un'ottica endoscopica della cavità pleurica viene riferita a HC Jacobaeus che, nel primo decennio del ventesimo secolo, standardizza la procedura tramite l'uso di un cistoscopio. Nei decenni successivi la metodica viene largamente utilizzata in ambito fisiologico prevalentemente per il trattamento, tramite collasso-terapia, della tubercolosi polmonare. Recentemente la procedura è stata ampiamente rivisitata da C. Boutin [7]. La metodica prevede la visualizzazione su di un schermo delle immagini della cavità pleurica, trasmesse da un'ottica endoscopica, introdotta attraverso un tragitto di penetrazione parietale. La presenza di un canale operatore all'interno della ottica endoscopica, o la realizzazione di un secondo orificio parietale per l'inserimento di uno strumento chirurgico, rende questa metodica utile a varie procedure diagnostiche o terapeutiche a carico del polmone e/o della pleura.

I limiti della metodica sono principalmente dovuti allo svolgimento dell'intervento in anestesia locale e quindi al persistere della ventilazione del polmone omolaterale con conseguente ridotta ampiezza del campo operatorio.

### b) la *toracosopia chirurgica o chirurgia toracosopica videoassistita*

Metodica di approccio chirurgico in anestesia generale, generalmente con intubazione bronchiale selettiva, ad appannaggio esclusivamente chirurgico. Tale metodica, diagnostica e/o terapeutica, presenta come caratteristica principale di essere eseguita esclusivamente attraverso minimi orifici di penetrazione parietali; per tale motivo viene anche più genericamente definita "keyhole surgery". Il principio generale è

quello di manipolare gli strumenti all'esterno della cavità toracica ed eseguire le procedure chirurgiche con il campo operatorio proiettato sullo schermo. Generalmente vengono utilizzati tre orifici di penetrazione parietali: uno per l'ottica endoscopica e due per gli strumenti chirurgici. Grazie all'adattamento dello strumentario chirurgico a questa via d'accesso, attualmente, un'ampia varietà di procedure a carico della pleura, del polmone e del mediastino vengono realizzate con questa tecnica che non necessitando di sezione muscolare e divaricazione costale, adempie completamente al suo carattere mininvasivo. I limiti sono dovuti alla possibilità di un controllo solo strumentale del campo operatorio e quindi ad una limitazione delle risorse gestuali da parte del chirurgo.

c) *la chirurgia toracica video-assistita*

Metodica di approccio chirurgico misto ovvero che si adempie utilizzando simultaneamente i principi e le tecniche di toracosopia chirurgica e quelli di chirurgia convenzionale toracotomica. L'utilizzo dell'apparecchiatura video e della strumentazione di chirurgia endoscopica agevola il chirurgo nell'aggiramento degli ostacoli anatomici d'accesso alla cavità toracica e quindi permette una riduzione dell'ampiezza della via d'accesso toracotomica convenzionale e conferisce il carattere mininvasivo alla procedura. D'altra parte la toracotomia, che in questa tipologia d'intervento viene denominata "di servizio" o "accessoria", è indispensabile per la realizzazione ottimale dell'intervento; adeguando la taglia e la sede dell'accesso toracotomico, in definitiva, è possibile eseguire qualsiasi intervento di chirurgia toracica con via d'accesso in VATS. Varie condizioni rendono indispensabile affiancare un accesso toracotomico all'approccio toracoscopico: per esempio la necessità di una palpazione manuale degli organi intratoracici oppure l'estrazione del pezzo operatorio. La condizione più frequente, tuttavia, è rappresentata dalla necessità di disporre del controllo diretto visivo e manuale del campo operatorio durante il compimento di manovre chirurgiche complesse.

cica, ha ritenuto opportuno emettere dei principi generali di precauzione all'utilizzo di tali tecniche, in modo da evitare che i risultati fino ad allora ottenuti dalla chirurgia toracica convenzionale non fossero alterati dall'utilizzo delle nuove metodiche d'approccio chirurgico [1-4]. Tali principi enfatizzano la necessità di considerare le tecniche di VATS come metodiche chirurgiche innovative d'accesso agli organi del torace e che, quindi, il loro utilizzo non deve modificare, previa realizzazione di studi controllati, i principi generali delle tecniche di diagnosi e terapia chirurgica, già stabiliti dalla chirurgia toracica convenzionale (Tab. 1).

Tali principi generali ribadiscono la priorità della sicurezza del paziente e della prognosi della malattia rispetto alla riproducibilità della tecnica chirurgica e che, quindi, quest'ultima non deve essere considerata un motivo sufficiente per la realizzazione di un intervento con tale via d'accesso.

Negli anni successivi all'introduzione della VATS, vari studi controllati sono stati pubblicati con l'obiettivo di confermare i supposti benefici funzionali derivati dall'uso delle tecniche mininvasive e valutarne i risultati in termine prognostico riguardo alla patologia trattata [8-12].

Seppure non sempre univocamente, tali studi hanno permesso di rilevare, che il beneficio apportato dall'utilizzo delle tecniche di VATS può considerarsi sostanziale in termini di riduzione del dolore postoperatorio e della degenza ospedaliera in varie procedure chirurgiche come il trattamento del pneumotorace o l'esecuzione di resezioni polmonari atipiche; tuttavia gli stessi benefici non sono risultati egualmente evidenziabili in caso d'interventi di resezione polmonare maggiore quali per esempio le lobectomie. In termine di prognosi della malattia ed in speciale modo della patologia oncologica toracica qualora siano rispettati i tradizionali principi di tecnica chirurgica convenzionale i risultati non sono modificati dal tipo d'approccio chirurgico.

La pubblicazione di questi studi ha inoltre permesso di definire meglio la strategia operatoria de-

## Principi generali

In considerazione della rapida ed ubiquitaria diffusione delle tecniche di VATS avvenuta al di fuori di studi controllati, la comunità scientifica internazionale di riferimento per la chirurgia tora-

**Tabella 1.** Principi generali per l'indicazione alle tecniche d'approccio videoassistito

1. L'intervento deve essere identico a quello realizzato per via tradizionale.
2. La sicurezza del paziente non deve essere compromessa.
3. La prognosi non deve essere peggiorata dalla via d'accesso.

gli approcci chirurgici in VATS; in particolar modo si è constatato che grazie all'affinamento di tecniche d'approccio chirurgico misto, convenzionale e videoassistita, possono essere superate larga parte delle controindicazioni al solo approccio toracoscopico.

Tali affinamenti di strategia operatoria associati alle innovazioni nella strumentazione chirurgica specifica hanno permesso di estendere le indicazioni all'uso della VATS, oltre che alla patologia pleuro-polmonare, al trattamento delle patologie del mediastino e della parete toracica.

## Principi di strategia chirurgica

### Il collasso polmonare

La realizzazione di un intervento chirurgico con via d'accesso in VATS impone, in maniera simile ad un intervento di chirurgia toracica convenzionale, la creazione di un ampio ed agevole campo operatorio; in entrambi gli approcci chirurgici il campo operatorio dipende dalla qualità del collasso polmonare. I due punti critici per la creazione ed il mantenimento del collasso polmonare sono l'induzione di un pneumotorace chirurgico tramite apertura della sierosa pleurica parietale e la contemporanea esclusione ventilatoria del polmone dal lato operato. Il pneumotorace iatrogeno, conseguente alla pleurotomia parietale, induce la perdita della pressione negativa endopleurica e quindi lo scollamento spontaneo dei foglietti pleurici. Il pneumotorace così ottenuto tuttavia, risulta parziale in quanto il polmone mantiene il volume residuo dovuto alla ventilazione polmonare. Il collasso completo vero e proprio del polmone si realizza con l'esclusione ventilatoria del polmone. Tale manovra, praticata dall'anestesista, prevede il posizionamento di un tubo di ventilazione meccanica a doppio lume, in modo da poter poi realizzare una ventilazione mono-polmonare. La disponibilità di un broncoscopio flessibile durante le fasi d'intubazione tracheo-bronchiale garantisce il corretto posizionamento del tubo.

Nei casi in cui non sia possibile ottenere una ventilazione mono-polmonare, le manovre chirurgiche possono comunque essere realizzate utilizzando, in questo caso, una tecnica di ventilazione ad intermittenza; alternando cioè fasi di iperventilazione polmonare a fasi di pausa ventilatoria durante le quali il polmone si presenta immobile e parzialmente collassato e quindi il campo operatorio

risulta accessibile alle manovre chirurgiche programmate [13].

La presenza di una sinfisi pleurica, reperto frequente in concomitanza di sottostanti patologie infiammatorie croniche pleuro-polmonari, può essere una possibile causa di mancato collasso polmonare; il comportamento del chirurgo di fronte a tale evenienza verrà discusso nel paragrafo riguardante le tecniche di realizzazione del primo orificio parietale e di pleurolisi.

In considerazione della necessità, durante l'intervento chirurgico, di realizzare e mantenere una condizione di pneumotorace iatrogeno, va sottolineato come durante la toracosopia, a differenza di altre metodiche di chirurgia endoscopica, non vi sia necessità ad ottenere e mantenere l'ermeticità tra campo operatorio ed ambiente esterno. In considerazione di questo risulta che in toracosopia chirurgica non è indispensabile l'uso dei trocar o che essi siano forniti di guarnizioni per il mantenimento dell'ermeticità [14].

### Le vie d'accesso



L'utilizzo di un approccio con strumentazione endoscopica attraverso minimi orifici di penetrazione parietali, permette un miglior aggiramento degli ostacoli anatomici parietali rappresentati dalla architettura ossea e muscolare della gabbia toracica [15].

Le direttrici principali d'accesso alla cavità pleurica in VATS sono determinate dall'anatomia chirurgica del torace, dal tipo d'intervento programmato e dalle abitudini del chirurgo. La chirurgia toracica per via convenzionale, tuttavia, aveva già individuato le vie d'accesso chirurgiche del torace che adempissero al meglio alle caratteristiche di riduzione del trauma parietale ed ottenimento di un campo operatorio ottimale. Le principali direttrici d'accesso delle due metodiche, quindi, sono da considerarsi sovrapponibili. In virtù, inoltre, del principio di precauzione per cui un approccio chirurgico in toracosopia deve poter essere "convertito" in modo rapido ed efficace in un accesso chirurgico convenzionale, si deduce che la scelta della via d'accesso in VATS è preordinata dalla via d'accesso che sarebbe stata opportuna per via chirurgica convenzionale.

La posizione del paziente sul letto operatorio e la preparazione del campo operatorio con teli sterili devono essere eseguiti in modo da poter convenientemente disporre, in qualunque momento, della via d'accesso toracotomica e ne seguono quindi i principi generali.

In conclusione quindi l'uso di una tecnica d'approccio chirurgico in VATS non modifica la scelta della direttiva principale d'accesso alla cavità toracica rispetto alla chirurgia convenzionale; possono, quindi, distinguersi due accessi d'uso più frequenti in VATS.

### a) La via d'accesso postero-laterale

Corrisponde alle direttrici d'accesso parietale proprie della toracotomia postero-laterale tradizionale. Il triangolo d'ascoltazione sul bordo posteriore della scapola rappresenta il punto di minor resistenza attraverso il quale si può disporre il primo orificio di penetrazione parietale per l'esplorazione della cavità pleurica tramite l'ottica endoscopica; successivamente esplorata la cavità, qualora la pianificazione dell'intervento orientasse per un intervento in toracosopia chirurgica esclusiva vengono realizzati gli ulteriori orifici parietali che hanno abitualmente sede su di una linea anteriore alla punta della scapola.

Qualora invece l'esplorazione toracoscopica della cavità pleurica evidenziasse la necessità di un accesso chirurgico toracotomico, l'incisione cutanea dell'orificio può essere compresa nella traccia d'incisione della toracotomia. Qualora la toracotomia sia accessoria ad un intervento con strumentazione anche endoscopica, essa può essere realizzata con caratteristiche mininvasive ovvero di taglia ridotta ed eventualmente senza sezione muscolare, tramite dissezione e divaricazione dei muscoli parietali.

Altre volte la toracotomia accessoria può essere realizzata tramite allargamento di uno degli orifici parietali anteriori (Fig. 1 a e b).

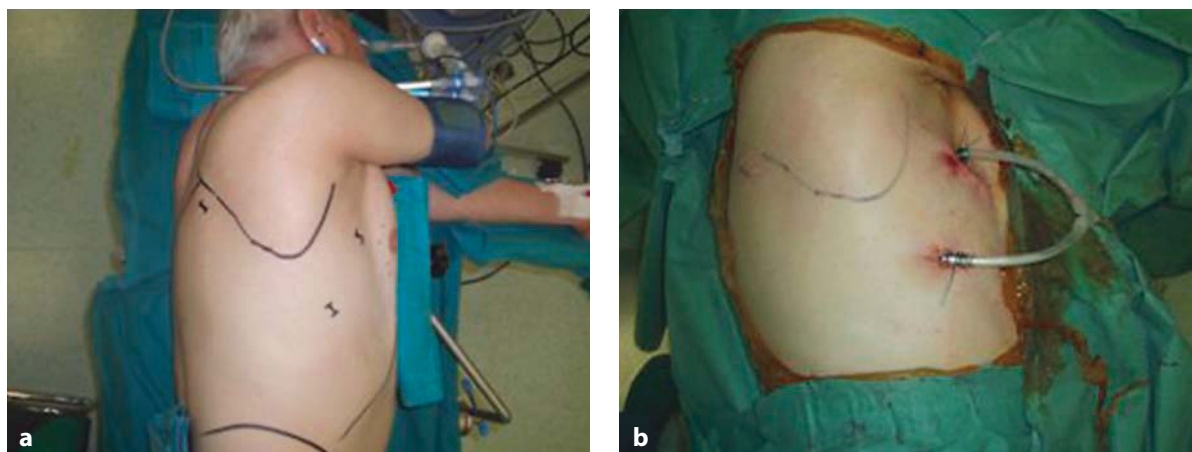
### b) La via d'accesso laterale o antero-laterale

Questa direttiva d'accesso al cavo pleurico si situa nel cavo ascellare tra i pilastri del muscolo grande dorsale e del muscolo grande pettorale e viene quindi anche denominata come via d'accesso ascellare; inferiormente tale via d'accesso può essere ampliata nel solco sottomammario sul bordo inferiore dell'inserzione del muscolo pettorale ed in questo caso è meglio definita come via antero-laterale. La via d'accesso propriamente ascellare viene riservata agli interventi di cui il campo operatorio principale giace all'apice della cavità pleurica come per esempio la simpaticectomia toracica.

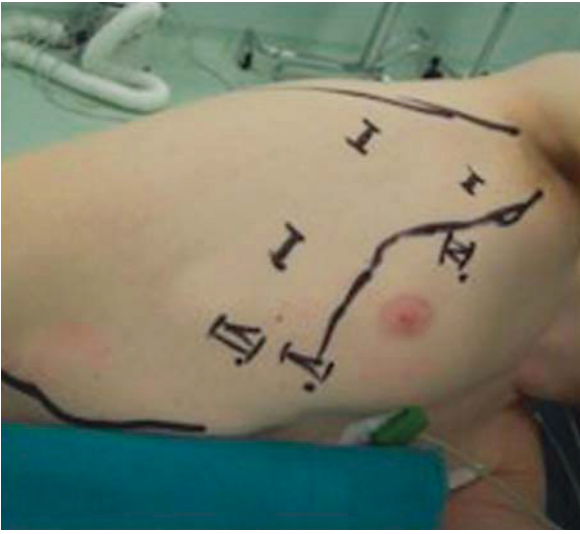
Nei casi invece in cui il campo di lavoro operatorio preveda manovre anche a carico della base polmonare o del diaframma risulta più conveniente posizionare gli strumenti più inferiormente, in posizione antero-laterale (Fig. 2).

Le vie d'accesso laterali sono particolarmente favorevoli all'approccio mininvasivo in VATS in quanto gli spazi intercostali sull'arco costale medio ed anteriore sono più larghi e quindi si riduce il trauma tra gli strumenti chirurgici e le coste. L'eventuale toracotomia di servizio attraverso questa via si effettua senza sezione muscolare divaricando le fibre del muscolo dentato anteriore e la cicatrice dell'eventuale accesso toracotomico di servizio può risultare molto convenientemente nascosta dal solco sottomammario (Fig. 3).

I limiti seppur relativi della via ascellare in VATS sono una possibile ridotta concomitante esposizione dell'apice e della base polmonare; eventualmente una non completa esposizione del mediastino medio e posteriore o della parete toracica posteriore; in definitiva sono gli stessi che spingono il



**Fig. 1.** Approccio postero-laterale in toracosopia chirurgica: **a:** disposizione preoperatoria degli orifici cutanei **b:** aspetto postoperatorio dell'accesso chirurgico



**Fig. 2.** Approccio antero-laterale in toracosopia chirurgica: disposizione degli orifici cutanei



**Fig. 3.** Approccio antero-laterale in VATS. Cicatrici postoperatorie dopo resezione polmonare tipica del segmento apicale del lobo inferiore destro per bronchiectasie

chirurgo, di fronte ad una programmata chirurgia toracotomica, a scegliere la via postero-laterale piuttosto che la via antero-laterale. La posizione del paziente sul letto operatorio è simile alla posizione disposta per una toracotomia antero-laterale: il braccio dal lato operato viene sopraelevato in modo da rendere meglio accessibile il cavo ascellare ed eventualmente il tavolo operatorio può venire basculato in modo da orizzontalizzare la parete laterale della gabbia toracica.

### c) Altre vie d'accesso

Con l'estendersi delle indicazioni all'utilizzo delle tecniche di VATS alle patologie della gabbia toracica sono state proposte ulteriori vie d'accesso; si rimanda ai capitoli specifici per il tipo di intervento.

### **Disposizione dell'équipe operatoria e dell'attrezzatura video**

Una corretta disposizione dell'équipe operatoria e dell'apparecchiatura video sono elementi fondamentali per la realizzazione di un intervento in VATS. Durante un intervento videoguidato è indispensabile che gli occhi, le spalle, le mani e gli strumenti del chirurgo si trovino orientati verso il medesimo punto cardinale che, naturalmente, deve attraversare il campo operatorio principale per poi convergere sullo schermo televisivo.

La corretta strategia operatoria implica il perseguimento costante di un completo allineamento tra chirurgo, campo operatorio e schermo durante tutte le fasi dell'intervento chirurgico. Il non rispetto di tale principio rende le manovre strumentali difficili e laboriose. Quando tra l'immagine sullo schermo ed il campo operatorio vi è una inversione d'angolo di 180° si produce il cosiddetto "effetto specchio" ovvero bisogna manipolare gli strumenti in senso inverso a quello che viene proiettato sullo schermo; tale evenienza è naturalmente da proscrivere perché all'origine di manovre inefficienti e pericolose.

Le direttrici principali dell'intervento devono essere identificate preoperatoriamente in modo da disporre l'équipe operatoria, gli orifici di penetrazione parietale e l'apparecchiatura video in modo conforme. L'aver a disposizione uno schermo mobile o due schermi, permette di prevenire uno scorretto allineamento, oltre che rendere visibile la procedura a tutti gli intervenenti di sala operatoria. Durante l'intervento, infine, per correggere un allineamento sfavorevole può essere utile eseguire un orificio parietale aggiuntivo.

### **Disposizione degli accessi parietali**

Le tecniche chirurgiche di base della toracosopia chirurgica prevedono l'utilizzo dell'ottica endoscopica e di due strumenti chirurgici. La disposizione delle tre incisioni cutanee per la penetrazione parietale degli strumenti è stata oggetto di varie

pubblicazioni di tecnica chirurgica toracoscopica: Landreneau nel 1993 ha proposto una disposizione degli orifici in modo da simulare il diamante di un campo da baseball [15]; Giudicelli nello stesso anno ha enfatizzato il principio della triangolazione degli orifici [16]. Recentemente Sasaki e collaboratori hanno ulteriormente illustrato una nuova strategia per gli interventi in VATS [17].

Queste teorie hanno comunque numerosi punti in comune di cui il presupposto fondamentale, consiste nel perseguire sempre un orientamento convergente degli strumenti verso il campo operatorio principale. Come precedentemente esposto, la disposizione degli orifici cutanei deve inoltre tenere in considerazione la traccia della possibile toracotomia, in modo da far convergere le incisioni cutanee al bisogno. Nell'obiettivo di ridurre il trauma parietale ed alle radici nervose intercostali i tragitti parietali, quando possibile, dovrebbero attraversare il medesimo spazio intercostale.

Gli orifici di penetrazione parietali devono essere sufficientemente distanziati tra loro in modo da avere il più ampio raggio d'azione possibile e per evitare che gli strumenti entrino in conflitto durante la manipolazione.

Il tragitto di penetrazione degli strumenti attraverso la parete toracica è opportuno che sia perpendicolare ovvero il più diretto possibile alla cavità pleurica per evitare i traumi meccanici tra gli strumenti e le coste ed ottenere il più ampio raggio di manovra per gli strumenti.

L'utilizzo degli strumenti nella cavità pleurica deve essere sempre effettuato sotto controllo dell'ottica e possibilmente in maniera sequenziale per evitare di produrre lesioni agli organi fuori campo che, quindi, potrebbero risultare inosservati.

Nella conduzione dell'intervento va sempre tenuto presente che, adeguando la taglia delle incisioni cutanee, gli strumenti operatori e l'ottica sono tra loro intercambiabili in modo da poter modificare in qualunque momento la direttrice principale di lavoro e quindi di poter agire utilmente in varie sedi della cavità pleurica.

Come precedentemente esposto, l'uso dei trocar in chirurgia toracica è facoltativo non essendo necessario mantenere l'ermeticità tra aria ambiente e cavità pleurica [14]; il loro uso aumenta l'ingombro nello spazio intercostale diminuendo l'ampiezza del campo d'azione degli strumenti chirurgici e può essere all'origine di traumi aggiuntivi al peduncolo nervoso intercostale. I trocar d'altra parte sono utili per facilitare l'agibilità dei tragitti parietali agli strumenti chirurgici e in modo particolare per proteggere la lente dell'ottica endoscopica durante la sua manipolazione in entrata ed uscita dalla cavità pleurica.

## Primo accesso parietale

L'intervento chirurgico vero e proprio inizia con l'esecuzione del primo orificio parietale per introdurre l'ottica endoscopica ed effettuare una prima esplorazione generale del campo operatorio. Nel caso di una sottostante patologia infiammatoria pleuro-polmonare, e quindi nel sospetto di aderenze pleuriche, l'apertura della pleura parietale nella sede del primo orificio parietale viene eseguita, previa dissezione chirurgica parietale, sotto controllo diretto della vista. Al contrario, in presenza di un sottostante pneumotorace o di un versamento pleurico il tragitto parietale e la conseguente apertura della pleura parietale possono essere eseguiti tramite dissezione strumentale cieca dei piani muscolo-aponeurotici parietali.

Prima della pleurotomia è opportuno richiedere all'anestesista l'esclusione dalla ventilazione del polmone omolaterale e, l'accertamento dell'avvenuto collasso polmonare, è testimoniato dall'ascolto di un leggero soffio aereo provocato dal passaggio dell'aria ambiente all'interno della cavità pleurica. A questo punto si può posizionare in tutta sicurezza il trocar attraverso il tragitto parietale; in caso di versamento pleurico prima dell'introduzione dell'ottica è opportuno procedere ad aspirazione di almeno parte del liquido della cavità.

L'esplorazione attraverso il primo accesso parietale permette di pianificare la successiva strategia operatoria.

In caso di accesso chirurgico toracoscopico, i successivi orifici parietali vengono eseguiti previo accertamento dell'assenza di aderenze pleuriche in corrispondenza del orificio cutaneo ed in modo da evitare lesioni del peduncolo vascolo-nervoso intercostale o degli organi intratoracici. In caso di opzione per un accesso in VATS, la toracotomia di servizio può essere eseguita nella sede giudicata più idonea dalla progressiva esplorazione endoscopica del cavo pleurico.

## Tecniche chirurgiche di base

Da oltre un secolo vengono praticate procedure diagnostiche e terapeutiche nella cavità pleurica sotto controllo endoscopico. Il recente sviluppo dell'apparecchiatura e strumentazione videoassistita ha tuttavia, permesso di migliorare la qualità dell'esposizione del campo operatorio e di rendere tale approccio accessibile ad un ampio numero di procedure a carico della pleura, del polmone e degli organi del mediastino.

Le manovre tecniche comuni a tali interventi possono essere le seguenti.

## Pleurolisi



La pleurolisi consiste nella sezione delle aderenze tra pleura parietale e pleura viscerale.

Sebbene tale manovra sia stata descritta all'inizio del ventesimo secolo per ottenere un congruo pneumotorace terapeutico in corso di TBC polmonare, la lisi delle aderenze pleuriche trova una ben differente e rilevante indicazione nel contesto di una procedura chirurgica in VATS e deve essere considerata un tempo operatorio cardinale per la corretta realizzazione dell'intervento. La pleurolisi deve essere praticata prima di ulteriori manovre chirurgiche e deve essere quanto più possibile estesa; essa infatti permette di ottenere un collasso polmonare completo, una conseguente esplorazione degli organi intratoracici ed un ampio campo operatorio. Nel periodo postoperatorio, l'aver eseguito una pleurolisi completa, agevola il polmone residuo a rioccupare uniformemente la cavità pleurica e quindi a prevenire le complicanze postoperatorie del cavo.

La lisi delle aderenze pleuriche in toracosopia può essere digitale o strumentale.

La digitoclasia viene eseguita generalmente nei casi di infiammazione pleurica cronica quando in corrispondenza dell'orificio di penetrazione cutaneo sia presente una sinfisi pleurica. Previa pleurotomia ed identificazione dello spazio intrapleurico con strumentazione chirurgica, si introduce il dito attraverso il primo orificio di penetrazione parietale e sotto controllo propriocettivo si disseca il piano intrapleurico nelle vicinanze dell'orificio parietale; successivamente quando la liberazione delle aderenze sia stata effettuata su una superficie di pleura sufficiente ampia, si possono posizionare gli strumenti chirurgici endoscopici (Fig. 4).



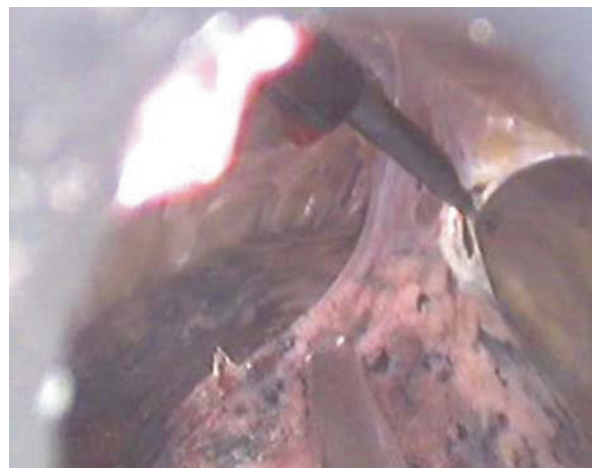
**Fig. 4.** Pleurolysis per digitoclasia

La pleurolisi strumentale può essere eseguita con un tamponcino endoscopico, con crochet o con forbici endoscopiche connesse all'elettrocoagulatore. Una contro-trazione esercitata sul parenchima polmonare durante le manovre di pleurolisi è utile nell'espore il corretto piano di dissezione tra i foglietti pleurici (Figg. 5, 6, 7).

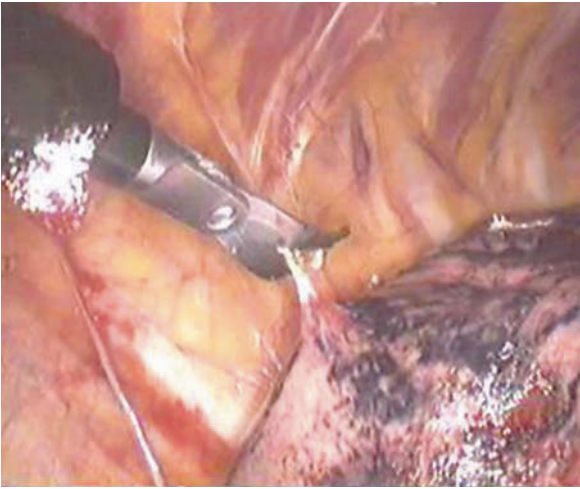
Generalmente un'adesiolisi completa può essere eseguita in toracosopia chirurgica esclusiva, tuttavia, la presenza di una sinfisi pleurica tenace (post-chirurgica, post-tubercolare od in caso di empiema pleurico in fase organizzata), ovvero la presenza di una sinfisi per la quale è necessario ricorrere ad un piano di dissezione extrapleurico, è da considerare una possibile indicazione all'esecuzione di una toracotomia di servizio.



**Fig. 5.** Pleurolysis con tamponcino endoscopico



**Fig. 6.** Pleurolysis con crochet



**Fig. 7.** Pleurolisi con forbici endoscopiche elettrificate

### Emostasi

In VATS le tecniche d'emostasi sono guidate dagli stessi principi generali validi in chirurgia convenzionale. Particolare attenzione in VATS deve essere posta agli orifici di penetrazione parietale che devono essere eseguiti con concomitante controllo tramite l'ottica endoscopica del versante pleurico del tragitto parietale. L'orificio pleurico, inoltre, deve essere controllato alla fine della procedura dopo rimozione dei trocars o degli strumenti chirurgici, in modo da praticare un'emostasi corretta ed evitare ematomi postoperatori parietali od endopleurici. Molto raramente in corrispondenza degli orifici parietali si possono produrre lesioni del peduncolo intercostale ed in questo caso è opportuno un allargamento dell'incisione cutanea in corrispondenza per emostasi tramite legatura elettiva del vaso danneggiato.

Le manovre di pleurolisi o dissezione chirurgica degli organi intratoracici possono naturalmente essere all'origine di un sanguinamento perioperatorio; l'ampio isolamento delle strutture e l'emostasi preventiva sono i principi chirurgici cardine per evitarlo.

In caso di emorragia perioperatoria nel contesto di un intervento in toracoscopia chirurgica il controllo del campo operatorio diventa rapidamente difficile sia per l'assorbimento della luce da parte del sangue libero in cavità, sia per il ridotto campo visuale conseguente al diametro della lente dell'ottica endoscopica. Oltre alla possibilità di perdere il controllo visivo del campo operatorio bisogna considerare come le manovre convenzionali di controllo di un sanguinamento attivo ovvero la

compressione, il clampaggio e la legatura delle strutture vascolari sono limitate dalla via d'accesso toracoscopica e che quindi di fronte alla impossibilità di assicurare rapidamente l'emostasi è opportuno eseguire una toracotomia di servizio in modo da poter garantire l'arresto dell'emorragia e l'opportuna riparazione o legatura del vaso.

### Suture

Come precedentemente esposto la cavità toracica rappresenta un distretto anatomico delimitato da strutture rigide non estensibili; di conseguenza il campo operatorio chirurgico in cavità toracica è stretto e profondo, soprattutto, se confrontato alle condizioni di lavoro della chirurgia laparoscopica; i possibili punti di penetrazione degli strumenti chirurgici in cavità sono limitati dalle strutture ossee di sostegno e di rivestimento della parete toracica che inoltre ne limitano il raggio d'azione. In tale contesto l'uso delle suturatrici meccaniche che permettono la concomitante sezione e sutura dei tessuti trova largo impiego in VATS; esse possono essere utilizzate convenientemente sul parenchima polmone o sulle strutture vascolari.

Il loro utilizzo a carico del parenchima polmonare permette di garantire un'emostasi ed un'aerostasi immediata e completa del margine di resezione chirurgica e quindi la realizzazione rapida ed esclusivamente endoscopica degli interventi che comportino una resezione polmonare non anatomica. Grazie al loro impiego, la toracoscopia chirurgica è diventata la via d'accesso d'elezione per il trattamento della patologia enfisematosa del polmone e per la caratterizzazione delle patologie polmonari localizzate o diffuse. Per conoscere i differenti tipi di suturatrici meccaniche si rimanda al capitolo dedicato.

Le suturatrici meccaniche in VATS trovano inoltre ampia applicazione per la sezione e sutura delle strutture vascolari intra-toraciche. Possono essere usate per vasi arteriosi sistemici come l'arteria aberrante di un sequestro polmonare oppure per la sezione di vene del mediastino come la vena azygos. Le suturatrici meccaniche trovano inoltre largo impiego sui vasi arteriosi e venosi polmonari. Il loro uso permette un notevole risparmio del tempo operatorio; tuttavia, va sottolineato come siano stati riportati in letteratura episodi di mancato espletamento della loro funzione di sutura nonostante l'attivazione del meccanismo di taglio. Seppur tale possibilità sia da considerare remota, le sue conseguenze impongono al chirurgo di attuare manovre preventive nel loro utilizzo a carico dei vasi polmonari. Tali manovre consistono nell'eseguire un clampaggio temporaneo

del vaso a monte del morso della suturatrice meccanica e di disporre durante il loro uso di un accesso toracotomico di servizio.

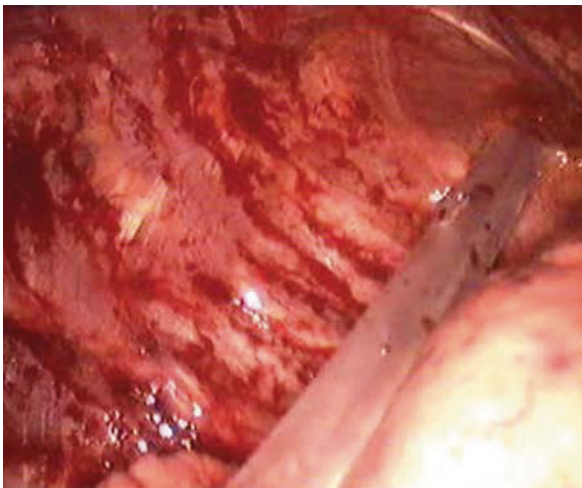
In ogni caso il loro utilizzo deve essere preceduto da una ampia dissezione ed identificazione delle strutture anatomiche ed il meccanismo d'azione va effettuato previa verifica visiva del morso della suturatrice su tutta la sua lunghezza d'azione.

### **Drenaggio della cavità pleurica**

Dopo intervento chirurgico in VATS le regole generali di drenaggio postoperatorio della cavità pleurica dipendono dal tipo d'intervento eseguito e dalle abitudini del chirurgo; come in chirurgia convenzionale si distinguono drenaggi che permettono la fuoriuscita d'aria, che generalmente vengono posizionati nella parte anteriore e superiore della cavità pleurica, e drenaggi per la fuoriuscita dei liquidi che, viceversa, si posizionano di preferenza con l'estremità distale in posizione posteriore e basale.

I drenaggi vengono introdotti in cavità attraverso i pregressi orifici di penetrazione parietali anteriori, in modo da limitare il numero delle cicatrici cutanee.

La loro introduzione deve avvenire previa emostasi completa dei piani superficiali e profondi dei tragitti parietali; una volta posizionati nella loro sede definitiva è necessario assicurarsi che restino nella sede stabilita anche dopo la ripresa della ventilazione polmonare che può essere all'origine di un inavvertito spostamento (Fig. 8).



**Fig. 8.** Drenaggio del cavo pleurico al termine di un intervento di apicectomia e pleuroabrasione per pneumotorace

Gli orifici cutanei devono risultare ermetici ai liquidi ed all'aria. In caso di incongruenza di calibro tra il drenaggio e l'orificio parietale è utile eseguire un riavvicinamento dei piani muscolari e sottocutanei corrispondenti.

### **Bibliografia**

1. The First International Symposium on Thoracoscopic Surgery (1993) San Antonio (USA). *Ann Thorac Surg* 56:609-804
2. McKneally MF, Lewis RJ, Anderson RJ et al (1992) Statement of the AATS/STS Joint Committee on Thoracoscopy and Video Assisted Thoracic Surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 104:1
3. Di Falco G (1999) Videotoroscopia. Indicazioni e tecniche chirurgiche. Masson, Milano
4. Brown WT (1994) Atlas of video-assisted thoracic surgery. W.B. Saunders Company, Philadelphia
5. Kaiser LR (1994) Video-assisted thoracic surgery. Current state of the art. *Ann Surg* 220:720-734
6. Migliore M, Deodato G (2000) Thoracoscopic surgery, video-thoracoscopic surgery, or VATS: a confusion in definition. *Ann Thorac Surg* 69:1990-1991
7. Boutin C, Viallat JR, Aelony Y (1991) Practical Thoracoscopy. Springer-Verlag, Berlin
8. Landreneau RJ, Hazelrigg SR, Mack MJ et al (1993) Postoperative pain-related morbidity: video-assisted thoracic surgery versus thoracotomy. *Ann Thorac Surg* 56:1285-1289
9. Kirby TJ, Mack MJ, Landreneau RJ et al (1995) Lobectomy-video-assisted thoracic surgery versus muscle-sparing thoracotomy. A randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 109:997-1001
10. Sedrakyan A, Van Der Meulen J, Lewsey J et al (2004) Video assisted thoracic surgery for treatment of pneumothorax and lung resections: systematic review of randomised clinical trials. *BMJ* 329:1008
11. Roviato G, Varoli F, Vergani C et al (2004) Long-term Survival After Videothoracoscopic Lobectomy for Stage I Lung Cancer. *Chest* 126:725-732
12. Gossot D, Kabiri H, Caliendo R et al (2001) Early complications of thoracic endoscopic sympathectomy: a prospective study of 940 procedures *Ann Thorac Surg*. 71:1116-1119
13. Cerfolio R.J., Bryant A.S, Sheils T.M et al (2004) Video-Assisted Thoracoscopic Surgery Using Single-Lumen Endotracheal Tube Anesthesia *Chest* 126:281-285
14. Liu HP, Lin PJ, Chang JP et al (1993) Video-assisted thoracic surgery. Manipulation without trocar in 112 consecutive procedures. *Chest* 104:1452-1454
15. Landreneau RJ, Mack MJ, Hazelrigg SR et al (1992) Video-assisted thoracic surgery: basic technical concepts and intercostals approach strategies. *Ann Thorac Surg*. 54:800-807
16. Giudicelli R, Thomas P, Guillen JC et al (1993). Video-assisted pulmonary resection surgery. Technique, indications and first results *Ann Chir* 47:707-711
17. Sasaki M, Hirai S, Kawabe M et al (2005) Triangle target principle for the placement of trocars during video-assisted thoracic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 27:307-312

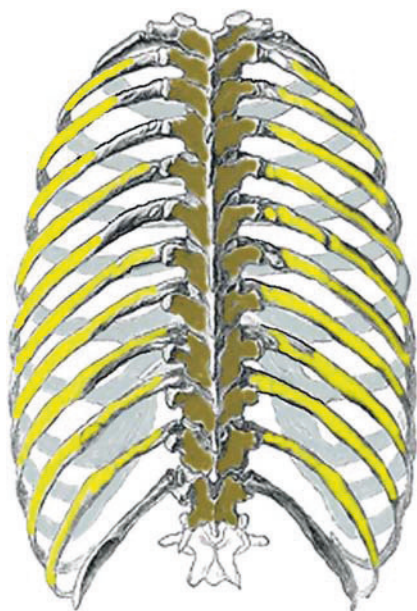
Il torace è una struttura a forma tronco-conica con apice in alto e parte inferiore più larga, che presenta un asse antero-posteriore più corto di quello trasverso o latero-laterale.

Nel torace distinguiamo un cavo pleurico delimitato dalla gabbia toracica che alloggia il polmone da ciascun lato (loggia pleuropolmonare), ed il mediastino, uno spazio virtuale che si trova racchiuso tra i due polmoni lateralmente, dallo sterno anteriormente, dalla colonna vertebrale posteriormente e dal diaframma in basso.

### Cavo pleurico



Nel cavo pleurico si riconoscono strutture ossee, muscolari, vascolari e nervose. La gabbia toracica è composta dallo sterno, dalle cartilagini costali e dalle articolazioni costovertebrali (Fig. 1).



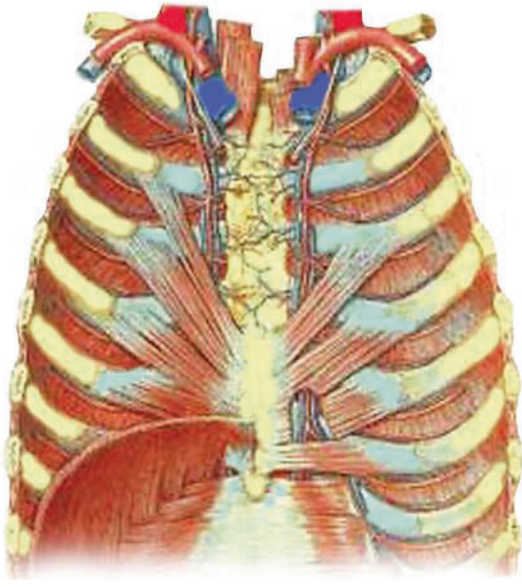
**Fig. 1.** Gabbia toracica dall'esterno nelle sue componenti ossee

Lo sterno è situato nella regione anteriore e mediana del torace e si divide in tre parti. Il manubrio superiormente, il corpo in posizione mediana, e l'appendice xifoide o ensiforme in basso.

Il manubrio si articola lateralmente e simmetricamente con la clavicola e con la cartilagine della prima costa. Più in basso presenta un'ulteriore cavità articolare in comune con il corpo che si articola con la seconda cartilagine costale. L'angolo sternale tra manubrio e corpo a convessità esterna costituisce il repere per l'articolazione della cartilagine della II costa con lo sterno. Il corpo dello sterno si articola da ambo i lati con le cartilagini condrosterneali delle coste dalla III alla VII.

Le coste, 12 per lato, si articolano anteriormente dalla I alla X con le cartilagini condrosterneali, la XI e la XII sono denominate fluttuanti in quanto non presentano rapporti articolari anteriori. Posteriormente l'articolazione si verifica con la vertebra corrispondente in due punti, uno proprio della superficie laterale della vertebra, articolazione costovertebrale, che è apprezzabile endoscopicamente, l'altro appartenente al processo trasverso della vertebra stessa, articolazione costo-trasversaria. Ciascuna costa presenta un'incisione inferiore nella quale decorrono arteria, vena e nervo intercostale con i vasi linfatici.

I muscoli visibili dall'interno della gabbia toracica sono i muscoli intercostali interni che nascono dal margine interno delle coste superiori e dalla relativa cartilagine costale, si inseriscono sul margine della costa sottostante e si estendono dallo sterno agli angoli delle coste posteriormente proseguendo verso la colonna vertebrale come legamenti intercostali posteriori dirigendosi dall'alto verso il basso e dall'avanti all'indietro. Inoltre abbiamo il muscolo trasverso del torace che è situato in sede parasternale sulla faccia interna del torace ed è costituito da un esile strato di fibre tendinee e muscolari che nasce dall'appendice ensiforme e dall'estremo distale del corpo dello sterno per inserirsi tra la terza e la sesta cartilagine costale. Il muscolo sternale è di modeste dimensioni, in posizione parasternale allo sterno ma raramente presente (Fig. 2).



**Fig. 2.** Gabbia toracica: rappresentazione schematica dall'interno

Le arterie della parete toracica provengono dall'arteria succlavia e dall'aorta e più specificamente nove paia di arterie intercostali provengono dall'aorta, decorrono lungo il margine inferiore di ciascuna costa, da dietro in avanti, nei nove spazi intercostali, e contraggono anastomosi anteriormente con i rami intercostali dell'arteria toracica interna (arteria mammaria), che è un ramo della succlavia e che decorre in sede parasternale lungo i primi cinque-sei spazi intercostali. La prima arteria intercostale ha origine dal tronco costo-cervicale dell'arteria succlavia e si anastomizza con la prima arteria intercostale proveniente dall'aorta per formare l'arteria del secondo spazio intercostale.

Il ricco sistema venoso della parete toracica accompagna le arterie mammarie interne e le arterie intercostali confluendo nella vena azygos a destra e nell'emiazzygos a sinistra, oltre che nel tronco brachiocefalico, venendo a creare una importante anastomosi tra vena cava superiore ed inferiore.

Il cavo pleurico è uno spazio reale che separa la parete toracica dai polmoni.

Una piccola quantità di liquido è normalmente presente e agisce da lubrificante al fine di assicurare il movimento armonioso dei polmoni all'interno della gabbia toracica. Esso inoltre aggiunge le forze intrinseche del polmone a quelle della parete toracica durante la respirazione.

La pleura che circonda il polmone estendendosi alle scissure interlobari viene definita viscerale. Essa circonda inoltre le strutture ilari e si riflette sulla parete toracica, dove diviene pleura parietale

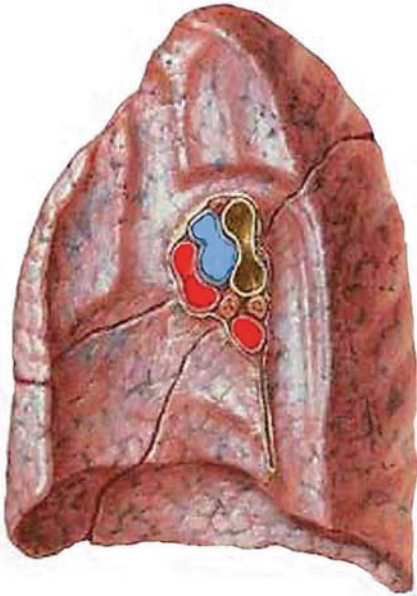
le e su mediastino e diaframma (pleura mediastinica e diaframmatica). Entrambi i foglietti pleurici sono costituiti da uno strato di tessuto connettivale e da un singolo strato di cellule mesoteliali. Il tessuto connettivale contiene vasi sanguigni e linfatici nonché nervi. Lo strato mesoteliale è responsabile del trasporto di cellule, liquidi e particelle e di numerose reazioni biochimiche. La pleura parietale riceve l'apporto ematico sistemico dall'arteria mammaria interna, dalle arterie intercostali e dalle arterie freniche; il drenaggio venoso e linfatico avviene in vena cava superiore. La pleura viscerale è irrorata dalle arterie bronchiali mentre i suoi linfatici drenano in vena cava superiore. Non esistono comunicazioni tra i due cavi pleurici destro e sinistro.

## Polmoni

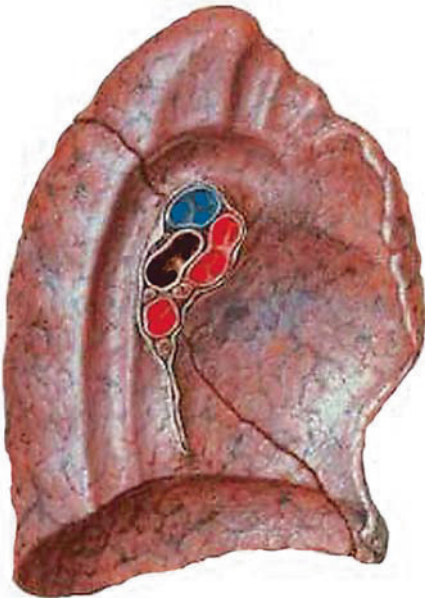


Il polmone è situato interamente nella cavità toracica e ad esso si modellano le pareti di quest'ultima. Il polmone ha forma di un semicono, convesso all'esterno, la cui base poggia sul diaframma e il cui apice si pone in alto, lateralmente al collo. In stato di media distensione ha un diametro verticale massimo di 25-26 cm, un diametro sagittale alla base di 16 cm, un diametro trasverso alla base di 10-11 cm a destra, di 7-8 cm a sinistra. Convenzionalmente si descrive una faccia costale ed una faccia mediale, un margine anteriore, uno posteriore ed uno inferiore, l'apice e la base. La *faccia costale* in pratica è tutta la superficie convessa del polmone, a contatto con la parete toracica, cui corrisponde per tutta la sua estensione e che si osserva al campo visivo del videotoroscopio. Essa presenta una scissura obliqua, detta grande scissura, che decorre appunto obliquamente dall'alto verso il basso e da dietro in avanti, cominciando circa 7 cm al di sotto dell'apice polmonare e terminando al di sopra della sua base. A destra tale scissura si biforca anteriormente emanando un segmento orizzontale che viene denominato scissura orizzontale o piccola scissura. La *faccia mediale* si poggia sul mediastino e ricopre gli elementi vascolari del peduncolo polmonare ricoperto dalla pleura mediastinica. Nella sua zona media, in prossimità del margine posteriore, è presente un'area infossata, l'ilo polmonare, dove penetrano nel polmone il bronco principale, l'arteria polmonare, le vene polmonari, le arterie e vene bronchiali, i vasi linfatici e i nervi. L'ilo del polmone destro ha una forma quadrangolare, quello di sinistra ha la forma di una racchetta con il manico rivolto in basso e indietro

(Figg. 3 e 4). Lungo il contorno dell'ilo, la pleura viscerale lascia la faccia mediastinica del polmone, riveste gli elementi del peduncolo e quindi si riflette per costituire la pleura mediastinica. Il *marginè anteriore*, molto sottile e più agevole da afferrare con gli strumenti toracoscopici da presa, inizia sotto l'apice e discende verticalmente tra la faccia laterale e mediale, occupando il seno costo-mediastinico anteriore. A destra ha un decorso verticale e si arresta

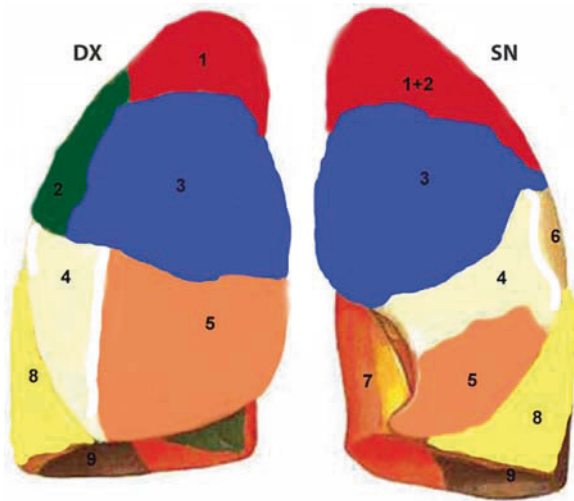


**Fig. 3.** Faccia mediale del polmone destro



**Fig. 4.** Faccia mediale del polmone sinistro

a livello della VI costa; a sinistra è obliquo per la presenza del cuore che determina l'incisura cardiaca del polmone sinistro. Il *marginè posteriore* risulta arrotondato, separa posteriormente la faccia laterale da quella mediale e spesso riempie la doccia costovertebrale corrispondente. Il *marginè inferiore*, di forma semilunare, occupa la parte superiore del seno costo-diaframmatico, presenta un tratto laterale convesso ed uno mediale concavo. Nella sua porzione laterale separa la base dalla faccia costo-vertebrale; nella porzione mediale è più corto, meno tagliente e segna il confine fra la base e la faccia mediastinica. L'*apice* del polmone è a forma di cono arrotondato e supera l'apertura superiore del torace di circa 2-3 cm, al di sopra del *marginè superiore* della seconda costa. La *base* del polmone è concava, ha forma semilunare, si adatta alla convessità della cupola diaframmatica, ed è costituita a sinistra esclusivamente dal lobo inferiore mentre a destra vi partecipa in minima parte anche la proiezione antero-basale del lobo medio. Le scissure si approfondiscono verso l'ilo polmonare e dividono il polmone in lobi (scissure interlobari) rispettivamente tre a destra, superiore, medio e inferiore, e due a sinistra, superiore ed inferiore. Le scissure possono risultare complete quando vi è una soluzione di continuo nel parenchima polmonare oppure parzialmente fuse e quindi incomplete. In particolare la piccola scissura è incompleta in oltre l'80% dei casi e ciò porta ad una difficile individuazione del lobo medio. Per quel che concerne i rapporti interlobari bisogna tener presente che la scissura obliqua ha un decorso estremamente verticalizzato determinando la sovrapposizione del lobo superiore in posizione anteriore ai lobi medio e inferiore a destra, ed al lobo inferiore a sinistra dove anteriormente è soltanto il lobo superiore ad avere contatto con la parete toracica mentre a destra lo ha insieme al medio. Posteriormente il lobo inferiore occupa tutta la superficie di contatto fino all'apice polmonare. Ciascun bronco lobare si divide in *bronchi segmentari* che si distribuiscono ad unità minori, i segmenti polmonari, macroscopicamente identificabili. Le arterie polmonari del lobo si suddividono in modo simile ai bronchi; le vene invece, hanno una disposizione perilobare che si ripete anche nelle suddivisioni in segmenti. Ogni segmento polmonare ha lo stesso nome del bronco che ad esso si distribuisce ed è indicato da un numero che è lo stesso che indica il bronco ed il vaso che gli sono propri (Fig. 5). I segmenti del polmone destro e quelli del polmone sinistro sono distribuiti secondo quanto descritto nella Tab. 1.



**Fig. 5.** Rappresentazione schematica dei segmenti polmonari: visione anteriore

**Tabella 1.** Distribuzione dei segmenti polmonari

Polmone destro	Polmone sinistro
<b>Lobo superiore</b>	<b>Lobo superiore</b>
– Apicale (1)	– Apico-posteriore (1+2)
– Posteriore (2)	– Anteriore (3)
– Anteriore (3)	– Lingulare superiore (4)
	– Lingulare inferiore (5)
<b>Lobo medio</b>	<b>Lobo inferiore</b>
– Laterale (4)	– Superiore (6)
– Mediale (5)	– Basale antero-mediale (7+8)
	– Basale laterale (9)
	– Basale posteriore (10)
<b>Lobo inferiore</b>	
– Superiore (6)	
– Infracardiaco (7)	
– Basale anteriore (8)	
– Basale laterale (9)	
– Basale posteriore (10)	

## Rapporti del polmone

Il polmone è separato dalla parete toracica da due foglietti pleurici, viscerale e parietale. Al di sotto della pleura parietale identifichiamo un tessuto cellulare che determina un piano di clivaggio extrapleurico. Più in superficie esiste uno strato fibroso che separa la pleura dal piano costale e dagli spazi intercostali che viene denominato fascia endotoracica. A livello mediastinico distinguiamo una porzione prelaire ed una retroilaire separate dal lega-

mento polmonare formato dalla riflessione dei due foglietti pleurici dal peduncolo polmonare al diaframma. A destra il polmone contrae rapporti con il tronco venoso brachiocefalico e con la vena cava superiore. A sinistra mentre il tronco venoso brachiocefalico si allontana dal polmone l'arteria succlavia è a stretto contatto con la pleura e quindi vicina al polmone. Proseguendo verso il basso, il polmone viene sospinto verso sinistra dal ventricolo sinistro e si porta con il suo lobo superiore in avanti e nel recesso pericardio-frenico anteriore. Nella porzione retroilaire il polmone, a destra, è in rapporto con il tronco arterioso brachiocefalico, con l'arco dell'azygos e più in profondità con l'esofago. A sinistra al di sotto dell'arco dell'aorta che impronta il lobo superiore vi è solo una piccola fessura tra l'aorta discendente e il legamento polmonare per cui l'esofago resta lontano dalla faccia mediastinica del polmone. Posteriormente da ambo i lati il polmone è appoggiato alla doccia costovertebrale dove decorre il tronco del nervo simpatico toracico con le sue diramazioni e l'origine dei nervi splanchnici.

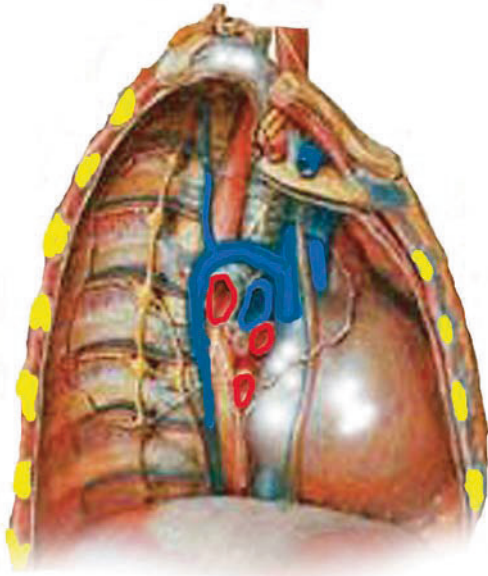
L'apice polmonare viene considerato come una regione a sé stante in quanto si trova tra la base del collo e lo stretto toracico superiore, dove contrae rapporti, sempre mediati dalla pleura con elementi vascolo-nervosi di primaria importanza. In particolare si considera apice polmonare quella regione del polmone che oltrepassa il piano della seconda costa ed è a contatto anteriormente con arteria e vena succlavia, posteriormente con il ganglio stellato, superiormente con le radici inferiori del plesso brachiale. La base polmonare resta distanziata dalla pleura parietale e diaframmatica non giungendo mai a contatto con essa, neanche posteriormente dove il margine è comunque su di un piano inferiore al margine anteriore.

## Mediastino

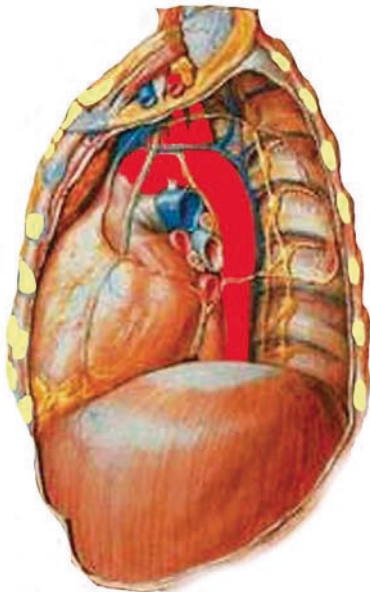


Il mediastino corrisponde alla regione mediana della cavità toracica, compresa tra le logge pleuro-polmonari destra e sinistra ed è delimitato lateralmente dalle riflessioni della pleura mediastinica di entrambi i polmoni, anteriormente dalla superficie interna dello sterno e posteriormente dai corpi vertebrali delle vertebre toraciche. Longitudinalmente si estende dallo stretto toracico superiore al diaframma. Il connettivo mediastinico risulta costituito da tessuto adiposo, disposto uniformemente a colmare gli spazi vuoti, organizzato in stratificazioni concentriche, più o meno stipate attorno ai

vari organi in modo che questi possano mantenere un'indipendenza anatomica e funzionale (Figg. 6 e 7). Questa impalcatura, aderente e rigida intorno al cuore, ai tronchi arteriosi ed alla trachea dove costituisce punti d'appoggio piuttosto solidi, è meno cospicua e più lassa intorno ai vasi venosi, linfatici e ai nervi. Nel mediastino consideriamo convenzionalmente un piano passante per l'ango-



**Fig. 6.** Mediastino da destra



**Fig. 7.** Mediastino da sinistra

lo sternale fino all'articolazione intersomatica tra T4 e T5 che divide lo spazio mediano in due logge, il mediastino superiore e il mediastino inferiore. Una ulteriore suddivisione secondo un piano sagittale passante a ridosso della trachea, determina l'identificazione di un compartimento anteriore, medio e posteriore.

Il *mediastino anteriore* è delimitato anteriormente dallo sterno e posteriormente dalla superficie anteriore del pericardio, dell'aorta e dei vasi brachiocefalici. Questo compartimento contiene nella sua parte superiore la ghiandola timica, i grossi vasi venosi (tronchi anonimi e vena cava superiore), l'aorta ascendente, i linfonodi pretracheali, tessuto connettivale, le arterie e le vene mammarie interne, paratiroidi o tessuto tiroideo ectopici, mentre lo spazio inferiore è occupato dal sacco pericardico e dal cuore.

Il *mediastino medio* comprende oltre al cuore ed al pericardio, la trachea ed il tratto iniziale dei grossi bronchi con i linfonodi subcarenali e paratracheali, gran parte dell'arco dell'aorta con i rispettivi rami da essa emergenti. Il tronco anonimo, la carotide comune e l'arteria succlavia di sinistra. Esso contiene anche le arterie e le vene polmonari, il nervo frenico e il segmento superiore del nervo vago.

Il *pericardio* è un sacco fibroso che racchiude il cuore e le radici dei grossi vasi. Il suo apice raggiunge la seconda cartilagine costale. Esso è composto da tre strati – una parte fibrosa interamente parietale ed una sierosa che ha sia lo strato parietale che viscerale. Il foglietto fibroso è tenacemente adeso alla superficie esterna dello strato parietale del pericardio sieroso. Il pericardio fibroso ha una resistenza considerevole e si fonde all'interno con il tendine centrale del diaframma. Lo strato viscerale del pericardio sieroso viene comunemente definito epicardio. Esso è estremamente sottile e strettamente aderente alla superficie esterna del cuore. Lo strato parietale del pericardio sieroso è aderente al pericardio fibroso. Lo spazio potenziale tra il pericardio sieroso parietale e viscerale è definito come cavità pericardica. Esso contiene alcuni ml di liquido sieroso che riduce al minimo la frizione tra le due superfici. La componente fibrosa del pericardio esercita una forza restrittiva che bilancia un'eventuale sovradilatazione delle cavità cardiache ma essenzialmente limita la mobilità del cuore conseguente ai movimenti del corpo ed evita l'angolazione dei grossi vasi. La *trachea*, proveniente dalla regione interna ed inferiore del collo, discende dietro lo sterno e occupa la parte superiore del torace passando per un piano mediano, al davanti dell'esofago. La sua estremità inferiore è normalmente posta a livello della III-IV vertebra toracica dove si biforca nei bronchi principali de-

stro e sinistro. Essa ha un decorso obliquo dall'alto verso il basso e antero-posteriore, allontanandosi dalla superficie cutanea e passando dai 18 mm di distanza dell'estremità superiore ai 70 mm di quella inferiore, per una lunghezza totale di 12 cm nell'uomo e 11 cm nella donna. La trachea è circondata da un tessuto cellulare lasso che ne favorisce i movimenti e che media i suoi rapporti con le strutture circostanti. Nella sua porzione toracica la trachea contrae rapporti anteriormente, dall'alto verso il basso con il tronco brachiocefalico sinistro, con il timo (nel neonato), con il muscolo sternoioideo, con il primo segmento sternale, con il tronco arterioso brachiocefalico che la incrocia obliquamente da destra a sinistra, e l'arco aortico che determina sulla faccia antero-mediale sinistra di essa un'impronta (impronta aortica); posteriormente con l'esofago; lateralmente a sinistra con la pleura mediastinica sinistra che la separa dal polmone sinistro, con il nervo laringeo ricorrente sinistro e con l'arco dell'aorta, a destra con la pleura mediastinica destra e quindi con il polmone destro, la vena cava superiore, la vena azygos. In corrispondenza della biforcazione troviamo anteriormente il ramo destro del tronco dell'arteria polmonare. La biforcazione bronchiale è situata al limite con il mediastino posteriore. Il bronco sinistro si trova più in avanti del destro per una torsione della trachea sul suo asse. I due bronchi principali, che originano dalla divisione tracheale o carena nella sua parte mediana, si allontanano tra loro, dirigendosi verso il basso, l'esterno e posteriormente, determinando un angolo compreso tra 75° e 85°. Il bronco destro si distacca in modo da formare un angolo di circa 25°-30° mentre il sinistro forma con il piano mediano un angolo di almeno 45°, essendo più lungo del destro fino all'origine del primo ramo lobare (45-50 mm vs. 20-25 mm del destro), ma di calibro inferiore (10-11 mm vs. 15-16 mm). Ognuno dei due bronchi è accompagnato dalla corrispondente arteria polmonare che gli decorre in avanti ed in alto, dalle vene polmonari corrispondenti che gli decorrono in avanti e in basso, dai vasi bronchiali e da rami del plesso polmonare che decorrono a ridosso della sua faccia posteriore (Fig. 8). Il *bronco principale destro* corrisponde in avanti alla vena cava superiore che lo incrocia dall'alto in basso. Posteriormente, dalla sua origine verso l'ilo, contrae rapporti con il nervo vago destro, con l'arco della vena azygos che contorna la sua parete posteriore e quella superiore, con il seno pleurico costo-mediastinico posteriore destro e con il margine posteriore del polmone corrispondente. L'albero bronchiale destro con la corrispondente area parenchimale si divide, come detto, in 10 segmenti: 3 per il lobo superiore, 2 per il lobo me-

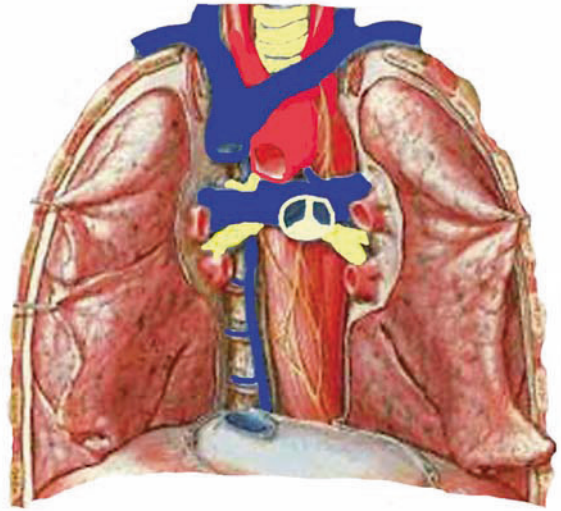


Fig. 8. Mediastino: visione anteriore

dio, 5 per il lobo inferiore. Il *bronco principale sinistro* ha rapporto in avanti con l'arco aortico che contorna la sua faccia anteriore e quella superiore. Indietro, dalla sua origine fino all'ilo, corrisponde in successione all'esofago, alla porzione discendente dell'arco aortico, al nervo vago sinistro che incrocia la sua faccia posteriore, al seno pleurico costo-mediastinico posteriore sinistro e al margine posteriore del polmone corrispondente. L'albero bronchiale sinistro da origine a 8 segmenti: 2 per il lobo superiore, 2 per la lingua e 4 per il lobo inferiore. Le arterie bronchiali derivano dall'aorta toracica, le vene confluiscono nell'azygos a destra e nell'emiazzygos, nel tronco brachiocefalico o nella vena mammaria interna a sinistra. I nervi provengono dal plesso polmonare posteriore o, più raramente, dal laringeo ricorrente.

Il *mediastino posteriore* è delimitato anteriormente dalla superficie dorsale del pericardio, caudalmente dal diaframma e lateralmente dalle riflessioni della pleura mediastinica, e posteriormente dai corpi vertebrali della colonna toracica. Gli spazi paravertebrali o costovertebrali, benché non propriamente all'interno del mediastino, vengono convenzionalmente considerati come facenti parte del mediastino posteriore. Quest'ultimo contiene l'esofago, l'aorta discendente, le vene azygos ed emiazzygos, il dotto toracico, il sistema nervoso autonomo, tessuto adiposo e connettivo, linfonodi.

L'*esofago* è un viscere muscolo membranoso tubulare longitudinale che veicola gli alimenti dal faringe allo stomaco. Occupa nel suo decorso a partire dalla VI vertebra cervicale, dapprima la regio-

ne infero-posteriore del collo quindi discende nel mediastino posteriore fino ad oltrepassare il diaframma attraverso lo iato all'altezza della X vertebra toracica. Misura circa 25 cm in lunghezza e presenta lungo il suo decorso alcuni restringimenti, in particolare a livello della cartilagine cricoide, all'altezza dell'arco aortico e del bronco principale di sinistra, ed infine a livello del passaggio attraverso il diaframma. Inoltre il decorso presenta una curvatura laterale a concavità destra in alto ed una laterale a concavità sinistra in basso. Nel torace l'esofago percorre il mediastino posteriore dove in alto è a stretto contatto con la colonna vertebrale finché l'aorta non si interpone tra le due strutture (incrocio aorto-esofageo) all'altezza della VIII-IX vertebra toracica. A livello del restringimento aortico l'esofago entra in rapporto con la vena azygos che si porta in avanti e lateralmente ad esso confluendo successivamente nella vena cava superiore. Al di sotto della carena e del bronco principale di sinistra la parete anteriore del viscere è in rapporto con la parete posteriore del pericardio (cul di sacco di Haller). Posteriormente l'esofago è in rapporto con i muscoli prevertebrali in alto e in successione, con aorta discendente, arterie intercostali di destra, vena emiazygos e dotto toracico in basso.

Un ulteriore piano passante per il centro frenico del diaframma e la faccia superiore di T9 consente di distinguere inferiormente e dorsalmente la *loggia o spazio inframediastinico dorsale* che corrisponde ad una zona declive del mediastino posteriore che è delimitato dall'inserzione vertebrale del diaframma. Forgiato a becco di flauto, rappresenta la zona compresa, sulla linea mediana, fra i seni costo-costopleurici destro e sinistro e si può denominare anche seno vertebro-diaframmatico. Attraverso tale seno passano l'aorta, il dotto toracico, la vena azygos, i nervi splancnici e le catene simpatiche laterovertebrali.

## Descrizione analitica del mediastino secondo piani dorsali

Procedendo in senso ventro-dorsale secondo dei piani dorsali è possibile comprendere meglio la *costituzione del mediastino e la collocazione degli organi mediastinici*.

### Primo piano

È situato immediatamente al di sotto del piastrone condrosternale, comprendente, nel mediastino superiore, il timo o il corpo adiposo retrosternale e

nel mediastino anteriore i *legamenti sternopericardici e frenopericardici* (mezzi di connessione ventrale del pericardio fibroso). La faccia interna del piastrone condrosternale è rivestita dalla fascia endotoracica e comprende quindi l'arteria e la vena toracica interna. Nella loggia mediastinica superiore si riscontra nel giovane il *timo* che raggiunge la base del collo, nell'adulto e nel vecchio il *corpo adiposo retrosternale*.

Il timo assume rapporti con i vasi toracici interni, con le cupole pleuriche, a destra con la vena intercostale suprema ed a sinistra con la vena emiazygos accessoria e, quando presente, con la vena intercostale superiore. Talvolta il polo superiore del timo confina con la porzione inferiore dei lobi tiroidei e quindi contrae rapporti con il peduncolo vascolare inferiore della tiroide.

Nella loggia mediastinica anteriore e sulla faccia interna dello sterno si individuano, sul piano mediano, i *legamenti sternopericardico superiore ed inferiore* e i *legamenti xifopericardico e xifodiaframmatico*.

### Secondo piano

Comprende il complesso dei grossi tronchi venosi e cioè la vena cava superiore e i tronchi venosi brachiocefalici destro e sinistro. La *vena cava superiore* si costituisce dalla confluenza del *tronco brachiocefalico destro* (piuttosto corto e a direzione verticale) e di *quello omonimo di sinistra* (più lungo e a direzione obliqua) che attraversa quasi trasversalmente la porzione anterosuperiore del mediastino, ventralmente alla trachea. Accompanya, nella sua faccia dorsale, il tronco brachiocefalico venoso di sinistra, il *nervo frenico omolaterale*, che a livello del mediastino medio si accolla al pericardio fibroso lungo il margine ottuso fino a raggiungere il diaframma. Il *nervo frenico di destra* decorre sulla faccia posterolaterale destra della vena cava superiore che segue lungo il suo decorso fino all'atrio destro, dove, nella loggia mediastinica posteriore, continua per un breve tratto in rapporto con la vena cava inferiore, prima di terminare sul diaframma. La *vena cava superiore* riceve, in prossimità del bronco extrapolmonare destro, la *vena azygos* che, provenendo dal mediastino posteriore, compie un arco a concavità caudale sul bronco destro, prima di sboccare sulla parete posteriore della vena cava superiore.

### Terzo piano

Comprende il complesso dei grossi vasi arteriosi e corrisponde, inferiormente, al mediastino medio.

L'*aorta ascendente*, dopo un breve tragitto in direzione mediolaterale, si incurva verso sinistra per costituire l'arco dell'aorta a decorso anteroposteriore e laterale sinistro e incrocia nel suo decorso il *tronco dell'arteria polmonare* che, al di sotto dell'arco aortico, si divide nei suoi rami terminali, l'*arteria polmonare destra e sinistra*. Il rapporto tra la faccia inferiore dell'arco dell'aorta e l'angolo di divisione del tronco polmonare è mantenuto dalla presenza del legamento arterioso, residuo del *dotto di Botallo* (esso collega obliquamente ed in senso craniocaudale, mediolaterale e ventrodorsale la concavità dell'arco aortico con l'origine dell'arteria polmonare sinistra).

Dalla sommità dell'arco dell'aorta si distaccano, procedendo da destra a sinistra, il *tronco arterioso brachiocefalico*, l'*arteria carotide comune sinistra* e l'*arteria succlavia sinistra*.

L'emergenza di questi vasi dall'arco dell'aorta, essendo quest'ultimo diretto ventrocranialmente, avviene in senso anteroposteriore. L'aorta toracica a destra e in alto è a contatto con le facce laterali dei corpi vertebrali, più in basso contrae rapporti prima con l'esofago e successivamente con la pleura mediastinica e caudalmente con la vena azygos. A sinistra l'aorta toracica ha rapporto diretto con la pleura mediastinica e, tramite la pleura, con la faccia mediastinica del polmone sinistro. Portandosi in senso mediale abbandona la colonna vertebrale e contrae rapporti con l'esofago dapprima costeggiandolo e poi passandogli posteriormente verso destra dove entra in contatto con la pleura mediastinica di destra e, caudalmente, con la vena azygos.

Il tronco polmonare e l'arteria polmonare di destra risalgono, con decorso a spirale, attorno alla porzione ascendente dell'aorta che incrociano. Il ramo destro decorre posteriormente all'aorta, al di sotto della biforcazione tracheale, passa dietro alla vena cava superiore e davanti al bronco principale destro dando subito origine al *tronco di Boyden* che si divide in tre arterie segmentarie per il lobo superiore, successivamente ad un ramo intermedio che spesso presenta un ramo accessorio per il lobo superiore, quindi ad un ramo per il lobo medio. Infine si distribuisce ai segmenti del lobo inferiore. L'arteria polmonare sinistra decorre al di sotto della concavità dell'arco, si dirige lateralmente a sinistra verso il ilo polmonare corrispondente passando al di sopra del bronco principale sinistro non ancora diviso, dando origine dapprima ai rami per il lobo superiore, tra cui quello linguolare e successivamente ai rami segmentari per il lobo inferiore. La porzione inferiore di questo settore del mediastino risulta occupata dall'atrio sinistro nel quale si gettano le quattro vene polmonari. La *vena polmonare superiore* a destra ricopre il tronco dell'arteria polmonare

mentre la *vena polmonare inferiore* è situata più posteriormente ed in basso. A sinistra la vena polmonare superiore è situata subito al di sotto dell'arteria, davanti al bronco e quella sinistra è più in basso e posteriore. Sullo stesso piano dei grossi vasi arteriosi si trova il plesso nervoso formato dalla ramificazione dei nervi simpatici cardiaci e vagali, diretto al distretto cardiaco, coronarico e aortico. In questa regione sono inoltre evidenti numerosi linfonodi. In questo piano il *nervo vago sinistro* si caratterizza per la sua particolare posizione e per il suo decorso. Situato più ventralmente rispetto all'omologo di destra, incrocia la faccia ventrale e laterale dell'arco aortico, ed emette il nervo laringeo ricorrente sinistro che, descritta un'ansa attorno alla concavità dell'arco aortico, risale verso il collo seguendo per un tratto l'arteria carotide comune di sinistra. Il *nervo vago destro*, invece, si porta posteriormente seguendo il tragitto dell'esofago trovandosi dorsalmente alla massa cardiaca.

#### Quarto piano

Comprende la trachea con la sua fitta trama di vasi linfatici. Al limite con il mediastino medio, è situata la biforcazione bronchiale con la stazione linfonodale ilo-tracheo-bronchiale.

#### Quinto piano

Comprende, per tutta la lunghezza del mediastino, l'esofago toracico sulla cui porzione distale decorrono per un breve tragitto i nervi vaghi destro e sinistro e successivamente i plessi nervosi esofagei.

#### Sesto piano

Risulta più evidente nella porzione posteriore che superiore del mediastino e comprende l'aorta toracica, la vena azygos, emiazygos, emiazygos accessoria e il dotto toracico.

#### Diaframma

Il diaframma è una complessa struttura muscoloponeurotica a forma di cupola con convessità superiore che separa la cavità toracica dalla cavità addominale ed è costituita dal centro tendineo, dalle membrane pleuroperitoneali o pilastri di Uskow, dai pilastri diaframmatici nonché da muscolatura vera e propria. La faccia superiore è a contatto con

la base del pericardio e le basi polmonari e delimita i seni pleurici costodiaframmatici. In dipendenza dei capi di inserzione muscolare distinguiamo una *parte lombare* che è costituita da due grossi pilastri che originano il sinistro dalle prime due vertebre lombari e il destro dalle tre vertebre lombari superiori. La *parte costale* si ancora alla faccia interna delle ultime 6 coste intersecandosi con le digitazioni del muscolo trasverso dell'addome. La *parte sternale* si ancora al processo xifoideo con due fasci muscolari che delimitano due triangoli coperti dal solo peritoneo. Il diaframma presenta tre orifizi di comunicazione per strutture vitali che sono in continuità dal cavo pleurico a quello addominale e precisamente lo jato esofageo, quello aortico e quello cavale. Lo jato esofageo, situato davanti allo jato aortico, a livello di D10, è delimitato da due fasci muscolari che si sovrappongono a forbice inserendosi sul centro tendineo e consente il passaggio all'esofago e ai nervi vaghi destro e sinistro che passano posteriormente ed anteriormente alla parete esofagea. L'orifizio aortico, a livello del corpo della 12.ma vertebra toracica, consente il passaggio di aorta, vena azygos, dotto toracico e i linfatici che drenano la linfa dal torace nella cisterna del chilo. L'orifizio della vena cava è a livello di D8 nella parte destra del centro tendineo del diaframma e, chiudendosi con le contrazioni diaframmatiche, favorisce il ritorno venoso al cuore durante l'inspirazione.

## Ili polmonari

### Bronchi

Ciascun bronco principale penetra nel polmone a livello dell'ilo assieme ai rami dei vasi polmonari e bronchiali, dirigendosi obliquamente dall'alto in basso, dall'interno all'esterno e dall'avanti all'indietro. I bronchi principali si riducono progressivamente di calibro e, pur conservando la propria individualità, danno origine a rami collaterali già prima dell'ilo e poi nel polmone. A seconda che i rami bronchiali si stacchino dal bronco principale al di sopra o al di sotto del punto di biforcazione di un ramo dell'arteria polmonare, sono detti rispettivamente "epiarteriosi" o "ipoarteriosi".

### Albero bronchiale destro

Nel polmone destro, il bronco principale dà origine dalla sua superficie laterale, a circa 1,8 cm di distanza dalla trachea, al *bronco lobare superiore* e si

continua come bronco intermedio per 3 cm circa. Questo emette dalla sua superficie anteriore il *bronco lobare medio* e si continua come *bronco lobare inferiore*.

Il *bronco lobare superiore* è lungo 10-12 cm ed ha un calibro di 0,9 mm circa. Si dirige lateralmente in alto e indietro. Ha rapporto: in avanti con l'arteria lobare superiore (di Boyden), in avanti e in basso con le vene che vanno a costituire il tronco della vena polmonare superiore; indietro con la pleura. Si divide in:

- Bronco segmentario apicale (B1)
- Bronco segmentario posteriore (B2)
- Bronco segmentario anteriore (B3)

Il *bronco lobare medio* è lungo 20 mm circa ed ha un diametro di 6 mm circa. È diretto in avanti. Ha rapporto: in alto con il tronco arterioso del lobo medio e con le arterie per i segmenti del lobo medio; in basso con il tronco venoso che proviene dal lobo medio (vena sottopleurica mediale), che è la radice inferiore della vena polmonare superiore. Si divide in:

- Bronco segmentario laterale (B4)
- Bronco segmentario mediale (B5)

Il *bronco lobare inferiore* è lungo 6-10 mm ed ha un diametro di 7 mm circa. È diretto in basso e indietro. Ha rapporto in avanti con l'arteria corrispondente; indietro con le vene che costituiscono la vena polmonare inferiore. Si divide in:

- Bronco segmentario superiore (o di Nelson) (B6)
- Bronco segmentario infracardiaco (B7)
- Bronco segmentario antero-basale (B8)
- Bronco segmentario latero-basale (B9)
- Bronco segmentario postero-basale (B10)

### Albero bronchiale sinistro

Nel polmone sinistro, il bronco principale fornisce dalla sua superficie antero-laterale, ad una distanza di 4 cm circa dalla biforcazione tracheale, il *bronco lobare superiore* e continua come *bronco lobare inferiore*.

Il *bronco lobare superiore* ha un diametro di circa 8-10 mm ed è lungo circa 2-3 cm. Si dirige in alto e lateralmente. Ha rapporto: indietro con l'arteria corrispondente che lo scavalca dall'avanti (arteria epi-bronchiale) alla sua origine; in avanti e in basso con le vene corrispondenti. Dopo 6-10 mm si divide in un bronco superiore ed in un bronco linguare.

Il bronco superiore si divide in:

- Bronco segmentario apico-posteriore (B1+2) che dopo 10 mm circa si divide dicotomicamente in bronco segmentario apicale (B1) e in bronco segmentario posteriore (B2)

- Bronco segmentario anteriore (B3)  
Il bronco linguare a sua volta si divide:
- Bronco segmentario linguare superiore (B4)
- Bronco segmentario linguare inferiore (B5)  
Il bronco lobare inferiore ha un diametro di 5 mm circa ed è lungo 10 mm circa. Ha rapporto: con l'arteria lobare inferiore e con la radice superiore della vena lobare inferiore, indietro; con la radice inferiore della stessa vena in avanti ed in basso. Queste due radici venose si riuniscono medialmente e davanti al bronco lobare inferiore. Si divide in:
- Bronco segmentario superiore (di Nelson) (B6)
- Bronco segmentario antero-mediale basale (B7+8)
- Bronco segmentario latero-basale (B9)
- Bronco segmentario postero-basale (B10)

Il sistema del bronco principale sinistro differisce da quello del bronco principale destro in quanto i bronchi segmentari apicale e posteriore originano da un unico bronco segmentario apico-posteriore, i due bronchi segmentari lingulari (che equivalgono ai due bronchi del lobo medio destro) originano dal bronco lobare superiore ed inoltre manca il bronco segmentario infracardiaco.

## Arterie polmonari

### Arteria polmonare destra

Origina dal tronco polmonare, dopo che questo è uscito dal sacco pericardico e fornisce l'arteria di Boyden, un grosso ramo a contatto con la superficie anteriore del bronco lobare superiore che si divide in un tronco apicale posteriore dal quale originano le arterie segmentaria apicale (A1) e posteriore (A2a) e nell'arteria segmentaria anteriore (A3). Il tronco principale prosegue in basso e a livello della scissura orizzontale fornisce l'arteria segmentaria posteriore ascendente (A2b) per il segmento posteriore. Dopo avere incrociato il bronco intermedio dall'avanti, a livello della scissura principale, il tronco arterioso principale fornisce ancora l'arteria lobare media che si divide nelle arterie segmentarie laterale (A4) e mediale (A5) che decorrono sopra e lateralmente ai rispettivi bronchi. Quindi l'arteria polmonare destra continua come arteria lobare inferiore che fornisce immediatamente l'arteria segmentaria superiore (A6) e prosegue, dividendosi, nel lobo inferiore, nelle arterie segmentarie infracardiaca (A7), antero-basale (A8), latero-basale (A9) e postero-basale (A10). Tutte queste arterie accompagnano i bronchi rispettivi con i quali sono a contatto.

### Arteria polmonare sinistra

Origina dal tronco polmonare davanti al bronco principale, risale sul suo margine superiore, lo contorna e si sposta lateralmente ed in basso verso la scissura principale. Quando contorna il bronco, fornisce le arterie segmentarie per il lobo superiore e precisamente l'arteria anteriore orizzontale (A3a) per il segmento anteriore, l'arteria apicale (A1) per il segmento apicale, l'arteria posteriore (A2) per il segmento posteriore. Queste ultime due possono originare da un unico tronco apicale posteriore (A1+2). All'altezza della scissura, l'arteria fornisce l'ultimo ramo segmentario per il lobo superiore vale a dire l'arteria anteriore ascendente (A3b) che partecipa all'irrorazione del segmento anteriore. L'arteria polmonare sinistra successivamente si incurva in basso e fornisce il tronco linguare dal quale originano l'arteria segmentaria linguare superiore (A4) e inferiore (A5) che, continuandosi in basso come arteria lobare inferiore, fornisce successivamente l'arteria segmentaria superiore (A6), l'antero-basale (A8), la latero-basale (A9) e la postero-basale (A10) che seguono i bronchi omonimi.

## Vene polmonari

Originano dalle reti capillari dei lobuli e decorrono dapprima negli spazi interlobulari, poi, confluendo, formano tronchi più voluminosi detti intersegmentari che convergono verso l'ilo di ogni segmento, ove sono situate sotto e medialmente al bronco segmentario con il quale non sono mai a contatto. Tutte le vene dei segmenti polmonari confluiscono nelle vene polmonari di destra e di sinistra.

*Vena polmonare superiore destra.* Si costituisce per la confluenza di quattro radici segmentarie e precisamente la vena apicale anteriore e mediastinica, che si costituisce a sua volta per la confluenza della vena apicale mediastinica (V1) e della vena anteriore superiore (V3a), la vena apico-posteriore (V1+2), la vena anteriore-inferiore (V3b) e la vena lobare media che si costituisce per confluenza della vena laterale (V4) intersegmentaria, e della vena mediale (V5).

*Vena polmonare inferiore destra.* Si forma per confluenza della vena segmentaria superiore (V6), proveniente dal segmento superiore, con il tronco venoso basale. Il tronco venoso basale è formato da tre radici venose, vale a dire la vena intersegmentaria inter-antero-laterale (V8), la inter-latero-posteriore (V9) e la inter-postero-mediale (V10).

*Vena polmonare superiore sinistra.* Si forma per confluenza di vena apicale posteriore (V1+2), vena anteriore (V3) e tronco venoso lingulare, costituito dalle vene lingulari superiori (V4) e inferiori (V5).

*Vena polmonare inferiore sinistra.* Si forma per confluenza della vena segmentaria superiore (V6) con il tronco venoso basale costituito dalla confluenza delle vene inter-antero-laterale (V8), inter-antero-posteriore (V9) e posteriore (V10).

## Letture consigliate

- Netter FH (2004) Atlante di anatomia umana. Masson, Milano
- Testut L, Jacob O (1998) Trattato di Anatomia Topografica, 2<sup>a</sup> ed, II v. Collo-Torace-Addome. Utet, Torino
- Platzer W (1999) Atlas of topographic anatomy. George Thieme Stratton, Stuttgart-New York

## CAPITOLO 7

# TRATTAMENTO CHIRURGICO MININVASIVO DEL PETTO ESCAVATO

Tiziano De Giacomo, Federico Venuta, Marco Anile, Mary-Jo Filice, Daniele Diso,  
Maria Teresa Aratari, Giorgio Furio Coloni

### Premesse

Il petto escavato (PE) rappresenta la più comune malformazione congenita della gabbia toracica, caratterizzata da una depressione dello sterno e delle cartilagini condrosterali. Si può associare a patologie del tessuto connettivo quali la sindrome di Marfan, il prollasso della valvola mitrale e l'osteogenesi imperfetta ed è più frequente negli uomini che nelle donne.

L'aspetto fisico dei pazienti è abbastanza caratteristico: sono alti, magri, astenici con le spalle incurvate e l'addome protuberante. In quasi il 50% dei casi la malformazione si presenta asimmetrica con la concavità più pronunciata verso destra e con lo sterno ruotato verso lo stesso lato. La forma più comune di PE coinvolge i tre quarti inferiori dello sterno e le cartilagini associate.

La patogenesi del PE è ancora oggetto di studio: la teoria prevalente suggerisce che la deformità sia il risultato di una crescita non armonica delle regioni costocondrali associata ad alterazioni genetiche della struttura del tessuto connettivo.

La sintomatologia è infrequente e si può manifestare con astenia, dolore precordiale e dispnea per sforzi lievi, palpitazioni a riposo. L'aspetto psicologico riveste un ruolo importante nella vita di questi pazienti: infatti l'indicazione alla correzione chirurgica è posta, nella maggioranza dei casi, per motivi esclusivamente di tipo estetico [1].

Esistono varie classificazioni cliniche e morfologiche del PE [2-4]. Dal punto di vista radiologico, il rapporto tra diametro trasversale e diametro anteroposteriore viene definito come indice di Haller (valore normale < 3.25). Valori superiori identificano gradi maggiori di gravità della malformazione [5].

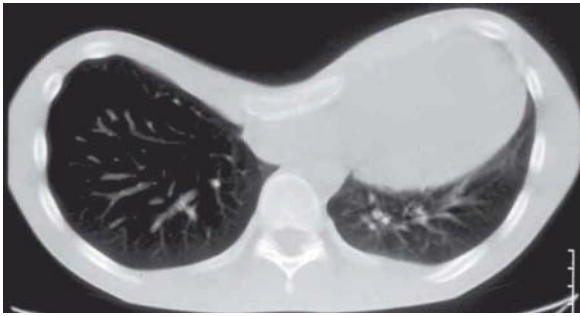
Il trattamento chirurgico di scelta fino agli anni 90 è stato quello proposto, e modificato nel corso degli anni, da Ravitch nel 1949 che prevedeva la resezione subpericondrale delle cartilagini costali interessate dalla deformità e osteotomie trasverse dello sterno con stabilizzazione mediante fissatori metallici [6]. Nonostante gli ottimi risultati funzionali, i limiti di questo intervento sono l'estensione del-

l'incisione cutanea, l'ampio scollamento dei tessuti, e l'importante sintomatologia algica nel postoperatorio.

Nel 1998 Nuss ha proposto una nuova tecnica mininvasiva per il trattamento del PE (MIRPE minimally invasive repair of pectus excavatum) nei pazienti con età inferiore ai 5 anni, mediante il passaggio dietro lo sterno e la successiva rotazione di una barra d'acciaio appositamente modellata [7]. Inizialmente questa procedura è stata impiegata per correggere qualsiasi tipologia di PE; con l'aumentare dell'esperienza si è notato che le malformazioni di tipo simmetrico rappresentano l'indicazione di scelta per l'utilizzo della MIRPE. Nel corso degli anni vari centri hanno acquisito esperienza con questa metodica anche in pazienti in età adolescenziale apportando delle modifiche alla tecnica per aumentarne la sicurezza [8].

### Valutazione preoperatoria

Nella maggior parte dei casi, i pazienti affetti da PE non riferiscono alcuna sintomatologia e l'indicazione all'intervento chirurgico è posta sulla base del disagio psicologico che la malformazione suscita. Tuttavia, la valutazione preoperatoria deve essere accurata, in quanto spesso possono coesistere celse altre patologie maggiormente significative, soprattutto a livello cardiaco. Tutti i pazienti devono effettuare gli esami ematochimici di routine, una radiografia del torace in due proiezioni, le prove di funzionalità respiratoria, l'emogasanalisi e un elettrocardiogramma. Sulla base dell'esperienza degli Autori, è preferibile far eseguire a tutti i pazienti anche un ecocardiogramma di controllo per identificare eventuali patologie cardiache associate. Sebbene la radiografia del torace in due proiezioni sia già sufficiente per descrivere la malformazione, l'esecuzione di una TC Torace permette una più accurata visualizzazione del difetto (Fig. 1) e la misurazione dell'indice di infossamento di Haller.



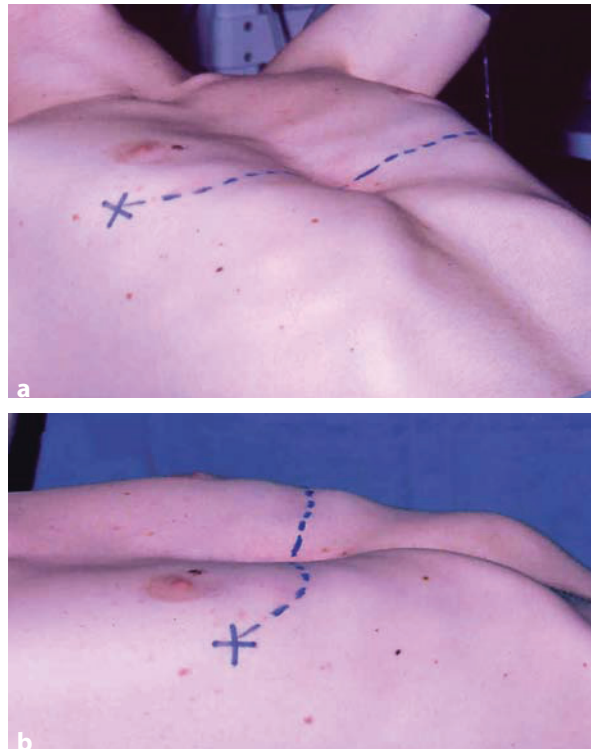
**Fig. 1.** Tomografia computerizzata del torace che mostra la deformità della parete toracica anteriore che prende contatto diretto con il sacco pericardico ed il cuore che appare notevolmente dislocato verso sinistra. Il ventricolo destro è deformato dalla compressione tra la parete toracica e la colonna vertebrale



**Fig. 2.** La figura mostra la posizione del paziente sul tavolo operatorio, in decubito supino con le braccia fissate ad L sull'archetto in modo da offrire una esposizione ottimale di entrambi gli emitoraci

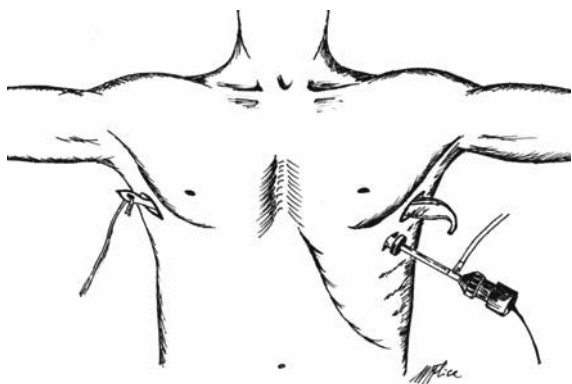
## Accessi e tecnica chirurgica

L'intervento è condotto in anestesia generale con intubazione orotracheale con tubo a doppio lume per ottenere una ventilazione monopolmonare. Il paziente è posto in posizione supina con le braccia ad L fissate sull'archetto o poste in abduzione sugli appositi sostegni (Fig. 2). Le incisioni cutanee sono eseguite tra le linee ascellari anteriore e media a livello dello spazio intercostale corrispondente al punto di maggiore infossamento dello sterno (Fig. 3a, b). Secondo la tecnica originaria, su ogni lato si esegue un'incisione lunga circa 3-4 cm e successivamente si effettua una tunnelizzazione del tessuto sottocutaneo ed una volta raggiunta la linea parasternale si incide il muscolo intercostale e si penetra nel cavo pleurico. A questo punto inizia la fase più delicata della procedura che viene effettuata con la visione endoscopica fornita da un videotorascopio introdotto attraverso una piccola incisione accessoria. Gli Autori preferiscono iniziare la tunnelizzazione dall'emitorace sinistro, in modo da avere un miglior controllo del sacco pericardico, del cuore e del parenchima polmonare, spesso a stretto contatto con la parete toracica anteriore per l'infossamento dello sterno e la deformità delle cartilagini costali. Viene utilizzato un particolare dissettore-tunnelizzatore munito di un'asola ad un'estremità con cui si crea un tunnel nello spazio retrosternale, si penetra nel cavo pleurico controlaterale e si raggiunge l'incisione controlaterale (Fig. 4). A tale scopo può risultare utile l'impiego del videotorascopio introdotto attraverso l'incisione controlaterale per meglio guidare il dissettore una volta superato lo spazio retrosternale.



**Fig. 3a, b.** Traccia delle incisioni cutanee che vanno eseguite tra la linea ascellare media ed anteriore bilateralmente lungo lo spazio intercostale in corrispondenza del punto di maggiore infossamento dello sterno

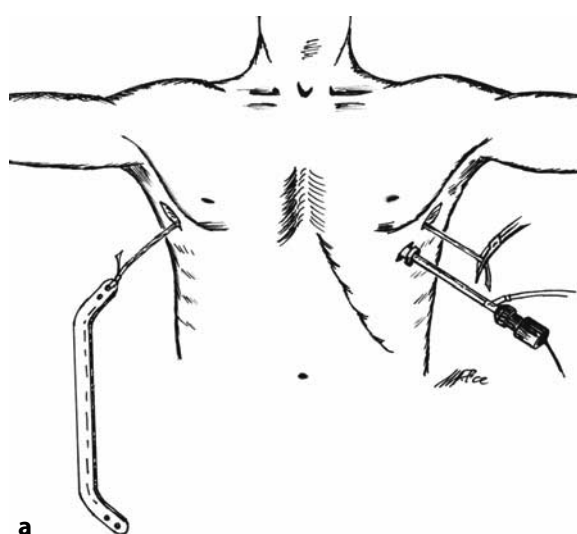
La barra correttiva in acciaio è disponibile in diverse misure e viene preoperatoriamente scelta e modellata in base all'entità del difetto, sulla base di barre simili a quelle definitive ma costruite in metallo



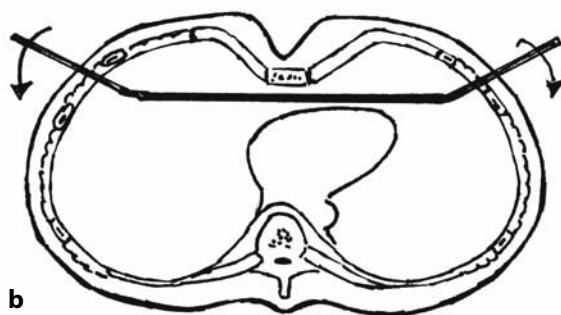
**Fig. 4.** A partire dall'incisione cutanea di 3-4 cm. si crea un tunnel sottocutaneo fino alla linea parasternale e a questo punto, dopo aver inciso il muscolo intercostale, si penetra nel cavo pleurico. È preferibile iniziare la procedura dall'emitto-race sinistro. Mediante un dissettore-tunnelizzatore, si crea un tunnel nello spazio retrosternale fino a raggiungere l'incisione controlaterale. L'ausilio di un videotorascopio introdotto attraverso un'incisione accessoria consente di effettuare la manovra sotto visione al fine di evitare lesioni cardio-polmonari

malleabile, che vengono facilmente adattate alla conformazione del torace. Ulteriori modifiche della curvatura della barra possono essere effettuate intra-operatoriamente con idonei strumenti per l'acciaio.

Sulla guida di una fettuccia si fa scorrere nel senso contrario la barra di acciaio con la concavità verso l'alto (Fig. 5a) facendola scivolare nel tunnel retrosternale (Fig. 5b). A questo punto, mediante apposite pinze, dopo averne afferrato le estremità libere, la barra viene ruotata di 180° in modo che la parte convessa sollevi lo sterno e le cartilagini costali (Fig. 6a, b).

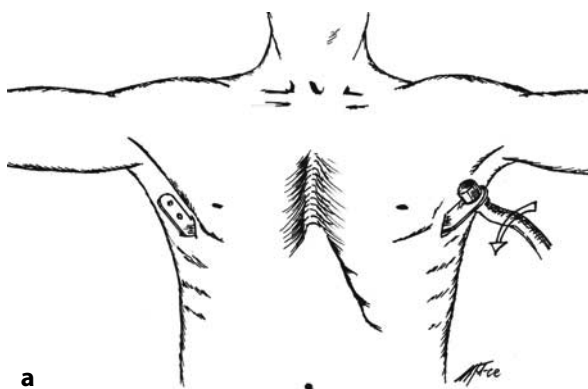


a

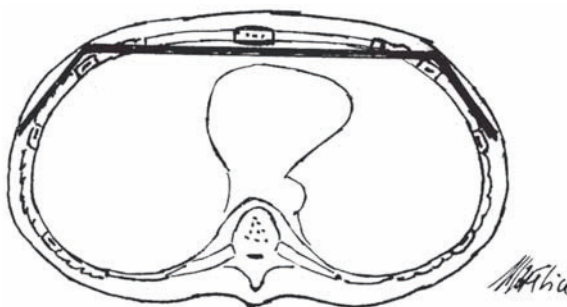


b

**Fig. 5.** a Il tunnelizzatore è alla sua estremità munito di un'asola a cui viene legato un nastro ombelicale che viene passato nel tunnel retrosternale retraendo il tunnelizzatore. Il nastro ombelicale, a sua volta fissato alla estremità della barra, servirà da guida per il suo passaggio dietro lo sterno. b Schema del posizionamento della barra nel tunnel retrosternale



a

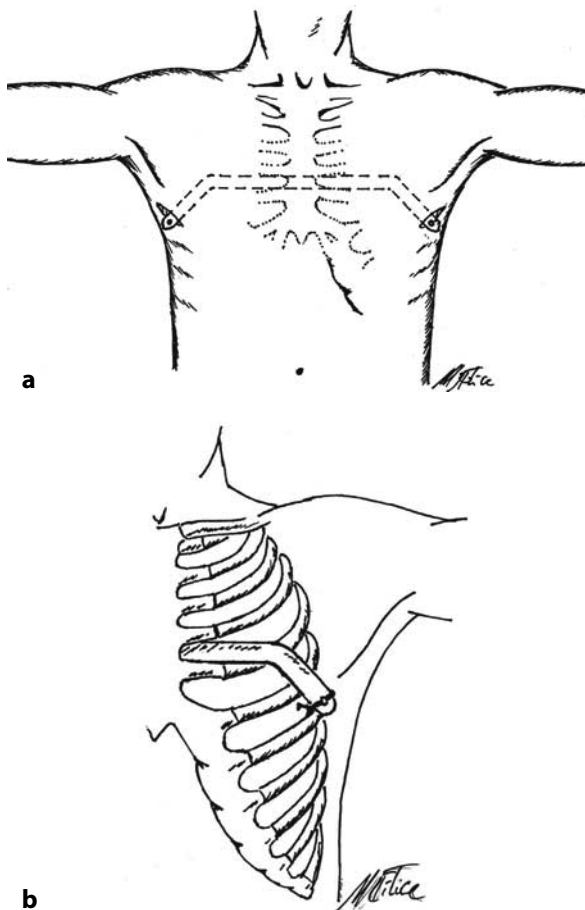


b

**Fig. 6.** a La barra posizionata per il suo lato concavo fuoriesce con le sue due estremità attraverso le incisioni cutanee. Con un idoneo strumento, la barra viene ruotata di 180° in modo da sollevare la parete toracica anteriore e correggere il difetto. Questa manovra richiede una discreta forza. b Nello schema si nota come la barra opportunamente ruotata corregga la deformazione

Gli estremi della barra, muniti di occhielli e scanalature vengono poi fissati o con punti trafissi o placche di stabilizzazione alla parete toracica in modo da impedire la dislocazione o la rotazione della barra stessa. (Fig. 7a, b). Talvolta può essere necessario posizionare un'ulteriore barra se la prima non ha ottenuto un'adeguata correzione del difetto. Prima della sutura delle incisioni cutanee, il paziente viene ventilato con una leggera pressione positiva (PEEP di 5 cm H<sub>2</sub>O) ed in leggero Trendelenburg per favorire l'espulsione dell'aria penetrata nel cavo pleurico ed evitare la necessità di posizionare un drenaggio pleurico, quasi mai necessario.

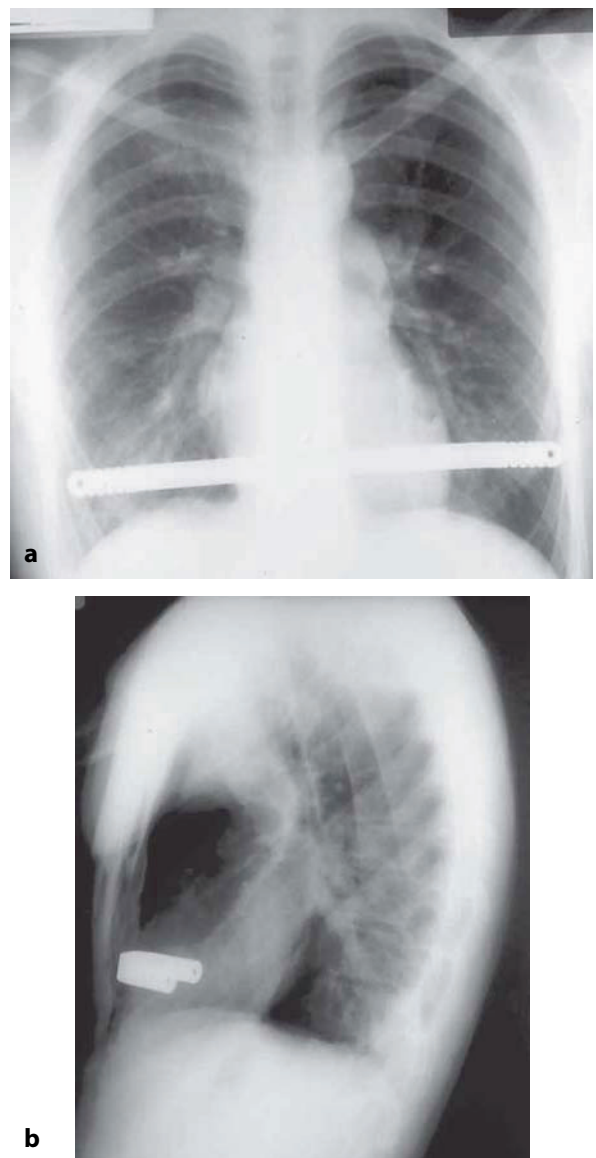
Al termine dell'intervento, è opportuno in sala operatoria eseguire una radiografia del torace per controllare il posizionamento della barra ed



**Fig. 7 a, b.** Le estremità della barra sono munite di occhielli e scanalature che permettono un adeguato fissaggio della stessa sulla parete toracica evitandone il dislocamento. Un ulteriore fondamentale accorgimento è che la porzione extra-pleurica della barra poggi su almeno 2-3 coste in modo da distribuire il carico notevole esercitato dalla parete toracica su una superficie ampia, limitando i rischi di spostamento o lacerazione del muscolo intercostale

escludere un pneumotorace significativo che richieda un drenaggio pleurico. La terapia nel periodo postoperatorio prevede l'utilizzo di antibiotici a largo spettro, di fluidificanti della via aerea e di FANS.

Già in seconda giornata i pazienti devono essere stimolati a muoversi con cautela e progressivamente in modo più energico. La durata della degenza di solito non supera la settimana e dopo un mese i pazienti sono autorizzati a riprendere il loro normale stile di vita; a 3, 6 e 12 mesi dall'intervento vengono eseguiti dei controlli radiografici (Fig. 8a, b).



**Fig. 8.** Radiografia del torace in posizione postero-anteriore (a) e laterale (b) che mostra la barra in sede e la correzione della depressione della parete toracica. Si noti infatti l'ampio spazio retrosternale e la medializzazione dell'ombra cardiaca

La barra in genere viene rimossa dopo un periodo di 18-24 mesi. L'intervento di rimozione viene eseguito in sedazione o anestesia generale con paziente in decubito supino. Dopo aver reperato la posizione delle due estremità e rimosso gli eventuali sistemi di contenzione, la barra viene ruotata e sfilata.

## Risultati e complicanze

La MIRPE è nata come un intervento rivolto a una popolazione in età pediatrica (< 5 anni), ma con l'aumentare dell'esperienza, la tecnica è impiegata anche in pazienti in età adolescenziale o adulta (Fig. 9) con risultati eccellenti sia da un punto di vista estetico che funzionale [9] (Fig. 10a, b).

Nei casi di difetti complessi fortemente asimmetrici e con significativa rotazione del piatto sternale i risultati sono meno buoni soprattutto per una maggiore incidenza di dislocazione della barra [10]. In questi casi gli Autori preferiscono ricorrere all'intervento tradizionale.

La tecnica chirurgica, inizialmente descritta da Nuss nel 1998, ha subito sin dall'inizio alcune modifiche importanti. Il passaggio del dissettore nello spazio retrosternale rappresenta sicuramente il momento cruciale e più impegnativo di tutto l'intervento. La tecnica originale prevedeva che questo tempo fosse effettuato alla cieca, senza controllo di-



**Fig. 9.** Fotografia preoperatoria di un paziente di 16 aa con *pectus excavatum*, lievemente asimmetrico. Il paziente è stato sottoposto a MIRPE



**Fig. 10 a-b.** Fotografie postoperatorie dello stesso paziente mostrato in Fig. 9, che dimostra un eccellente risultato estetico

retto; tuttavia, la possibilità di produrre lesioni a livello cardiaco, vascolare e polmonare ha suggerito a diversi autori l'utilizzo del toracoscopio per visualizzare il passaggio dello strumento [8, 11].

Un altro accorgimento proposto da Jacobs è l'impiego, durante la dissezione retrosternale, dello strumento usato in cardiocirurgia per la preparazione della safena [12].

Altri autori hanno proposto l'uso di punti in acciaio per fissare più stabilmente la barra ed evitare il possibile dislocamento, soprattutto in caso di for-

me di PE asimmetriche. Queste modifiche hanno consentito di ridurre i tempi operatori e l'incidenza di complicanze che tuttavia si attesta intorno al 18% [10].

Le complicanze più comuni sono il dislocamento della barra, responsabile di difetti di correzione ed il pneumotorace. Il dolore postoperatorio, in genere intenso nei primi giorni, tende a scomparire, ma sono state descritte sindromi algiche croniche postoperatorie. Decisamente meno frequenti sono le complicanze emorragiche, il versamento pleurico, la pericardite reattiva ed il seroma delle incisioni cutanee [13]. Sebbene estremamente rare, sono descritte lesioni gravi cardiache o parenchimali.

I dati riportati in letteratura e l'esperienza degli Autori mostrano che risultati eccellenti sono raggiunti in più del 90% dei pazienti, con una maggiore prevalenza in caso di deformità simmetriche. L'incidenza di recidive è intorno al 4% ed è dovuta soprattutto al precoce dislocamento della barra.

## Conclusioni

La MIRPE rappresenta una procedura valida, sicura e che consente di ottenere ottimi risultati dal punto di vista estetico e funzionale. Le deformità simmetriche o lievemente asimmetriche rappresentano le indicazioni di scelta. L'efficacia della tecnica si è rivelata non solo in età pediatrica ma anche in età adolescenziale e adulta. Un'adeguata selezione dei pazienti ed un'attenta tecnica chirurgica garantiscono risultati eccellenti e una bassa incidenza di complicanze.

## Bibliografia

1. Fonkalsrud EW (2003) Current management of Pectus Excavatum. *World J Surg* 27:502-508
2. Chin EF (1957) Surgery of funnel chest and congenital sternal prominence. *Br J Surg* 44:360
3. Actis Dato A, Gentilini R, Calderini P (1962) Il pectus excavatum. Edizioni Minerva Medica, Torino
4. Ricci C, Martelli M, Citrulli G et al (1990) Chirurgia correttiva e ricostruttiva delle malformazioni della parete anteriore del torace: petto scavato e petto carenato. *Giorn. Ital. Mal Torace* vol 44
5. Haller JA Jr, Kramer SS, Lietman SA (1987) Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a preliminary report. *J Pediatr Surg* 22:904-908
6. Ravitch MM (1949) The operative treatment of pectus excavatum. *Ann Surg* 129:429-444
7. Nuss D, Kelly RE, Croitoru DP et al (1998) 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 53:545-552
8. Anile M, De Giacomo T, Venuta F et al (2004) Trattamento mini-invasivo del petto scavato in età adolescenziale. *Minerva Chir* 59:31-35
9. Coln D, Gunning T, Ramsay M et al (2002) Early experience with the Nuss minimally invasive correction of pectus excavatum in adults. *World J Surg* 26:1217-1221
10. Park HJ, Lee SY, Lee CS et al (2004) The Nuss procedure for pectus excavatum: evolution of techniques and early results on 322 patients. *Ann Thorac Surg* 77:289-295
11. Croitoru DP, Kelly RE, Goretsky MJ et al (2002) Experience and modification update for the minimally invasive Nuss technique for pectus excavatum repair in 303 patients. *J Pediatr Surg* 37:437-445
12. Jacobs JP, Quintessenza JA, Morell VO et al (2002) Minimally invasive endoscopic repair of pectus excavatum. *Eur J Cardiothorac Surg* 21:869-873
13. Nuss D, Croitoru DP, Kelly RE Jr et al (2002) Review and discussion of the complications of minimally invasive pectus excavatum repair. *Eur J Pediatr Surg* 12:230-234

## Premesse

La diagnostica del versamento pleurico è stata una delle prime indicazioni alla videotoroscopia. La semplicità di esecuzione e l'elevato potere diagnostico della metodica nell'applicazione specifica, rendono tuttora questa indicazione la più universalmente diffusa. Ciò anche in ragione del fatto che il versamento pleurico rappresenta una patologia comune, che spesso rimane di diagnosi incerta, nonostante le toracentesi ripetute e la biopsia pleurica a cielo chiuso: circa il 20% dei versamenti pleurici risulta infatti non diagnosticato [1]. La videotoroscopia permette inoltre di associare al tempo diagnostico ulteriori manovre operative, come lo sbrigliamento del cavo pleurico nell'eventualità di versamento saccato, la lisi delle aderenze pleuropolmonari, il trattamento del versamento mediante le tecniche per ottenere la pleurodesi, una pericardiotomia in caso di concomitante versamento pericardico, biopsie polmonari o mediastiniche se presenti lesioni associate.

## Videotoroscopia diagnostica

### Indicazioni

Un versamento pleurico indica la presenza di una patologia che può essere di pertinenza della pleura, del polmone o extrapolmonare. Poiché la diagnosi differenziale è complessa, è necessario un approccio sistematico. Lo scopo è quello di definire la diagnosi nel più breve tempo possibile, nel modo meno invasivo possibile ed evitando esami inutili. La videotoroscopia, in quanto procedura chirurgica, si colloca al termine di questo percorso.

La videotoroscopia diagnostica viene proposta nei pazienti con versamento pleurico cronico e/o recidivante di natura da determinare, quando tutti gli esami meno invasivi non sono stati sufficienti per condurre alla diagnosi [2]. Lo scopo princi-

pale è quello di escludere o confermare una patologia neoplastica; secondariamente, se si tratta di neoplasia si definirà il tipo istologico, in tutti gli altri casi si mirerà a ottenere una diagnosi istologica/microbiologica di natura.

Tra gli esami meno invasivi da far precedere alla videotoroscopia il più importante è la toracentesi [2]. Essa deve sempre essere eseguita prima di proporre una videotoroscopia diagnostica, meglio se ripetuta almeno una volta in caso di risultato non diagnostico [3]. Fanno eccezione quei casi in cui sia indicato procedere anche a ulteriori manovre diagnostico-terapeutiche: la diagnosi potrà essere ottenuta direttamente in videotoroscopia, comunque necessaria e si potrà soprassedere alla toracentesi. Il liquido pleurico prelevato con la toracentesi deve essere analizzato in modo completo, con esame chimico-fisico e del sedimento, citologico, microbiologico e virologico, per conferire alla metodica il massimo del potere diagnostico [2].

La sensibilità diagnostica della toracentesi nel versamento pleurico neoplastico varia dal 40% all'87%, con una media del 60% [4-7]. Altri esami meno invasivi (biopsia pleurica a cielo chiuso o mediante guida ecografica o TAC) non sono così universalmente utilizzati e, dunque, seppure indicati dopo la toracentesi e prima della videotoroscopia, non fanno necessariamente parte, per molti Autori, dell'iter diagnostico del versamento pleurico [8-10]. L'associazione di toracentesi e biopsia pleurica a cielo chiuso aumenta la sensibilità diagnostica [5-7].

Nella pratica clinica di solito il paziente viene proposto al chirurgo da un medico internista, oncologo o pneumologo, che richiede l'esecuzione di una videotoroscopia diagnostica perchè le metodiche meno invasive non hanno permesso di raggiungere una diagnosi. La definizione dell'indicazione deve derivare da un'analisi congiunta da parte del medico proponente e del chirurgo: il primo deve valutare se e quali benefici il paziente può avere da una diagnosi, il secondo quante possibilità ci sono di fare una diagnosi e quali rischi corre il paziente. Entrambi devono avere ben chiaro il valore del rapporto tra benefici e rischi dell'ottenere una diagnosi con una videotoroscopia.

L'indicazione in un dato paziente deriva pertanto dalla corretta risposta alle seguenti domande:

*Serve la diagnosi al paziente?*

*Quante possibilità ci sono di ottenerla?*

*Che rischi corre il paziente?*

Relativamente alla prima domanda, si tenga presente che una risposta affermativa non è sempre così scontata: vi sono casi in cui le condizioni del paziente non permetterebbero alcuna terapia anti-neoplastica, per cui un intervento a scopo diagnostico manterrebbe tutti i rischi dell'intervento chirurgico senza avere alcun beneficio reale. Non si ritiene il completamento dell'iter diagnostico fine a se stesso una motivazione valida per procedere per via chirurgica.

Nella diagnosi di versamento pleurico la videotoroscopia possiede la sensibilità diagnostica più elevata, rispetto a tutte le altre procedure meno invasive (Tab. 1). La metodica è particolarmente efficace e utile nei casi in cui l'esame citologico sul liquido di toracentesi riscontra la presenza di cellule neoplastiche ma non specifica l'istotipo o in tutti quei casi di dubbio citologico tra adenocarcinoma e mesotelioma.

L'accuratezza diagnostica dipende dalle seguenti condizioni:

- accuratezza dell'ispezione del cavo pleurico;
- adeguatezza del prelievo bioptico (sede, profondità);
- difficoltà tecniche nel condurre la procedura;
- tipo di patologia (accuratezza maggiore per TBC, minore per mesotelioma);
- esperienza dell'operatore.

**Tabella 1.** Sensibilità diagnostica della videotoroscopia nel versamento pleurico

Autore	Anno	n° Paz	Sensibilità (%)		
			Tot	K	TBC
Ferrer [11]	2005	93	–	94	–
Frank [12]	2004	rev.	95	97	100
Tassi [13]	2003	30	93	–	–
Plavec [14]	2002	67	–	81	91
Guska [15]	2002	74	90	–	–
Sugiyama [16]	2001	100	–	98	86
Mohamed [17]	2000	50	–	94	–
Zhen [18]	1999	114	91	–	–
Caccavale [19]	1999	111	100	–	–
Celik [20]	1998	171	95	–	–
Hansen [21]	1998	147	90	88	100
Yim [22]	1996	69	91	–	–
Harris [23]	1995	182	–	95	–
Bal [24]	1993	213	99	–	–
Ohri [25]	1992	100	86	–	–
Boutin [1]	1990	215	94	97	93
Università di Modena	2005	141	98	99	83

La presenza di aderenze pleuropulmonari è la causa principale della riduzione della sensibilità diagnostica.

La videotoroscopia diagnostica è una procedura semplice, rapida e sicura; morbilità e mortalità sono basse (Tab. 2). La limitazione del numero degli accessi chirurgici e l'esecuzione della procedura in anestesia locale assistita possono contribuire a ridurre l'invasività della metodica [1, 13, 14, 31-33]. Tuttavia, si tratta sempre di un intervento chirurgico e, come tale, crea dolore, discomfort, ansia e stress psicologico nel paziente. Ciò deve sempre essere tenuto in considerazione quando si valutano globalmente i pro e i contro per porre l'indicazione, soprattutto nei pazienti neoplastici, compromessi fisicamente e fragili psicologicamente.

### Tecnica di esecuzione

L'intervento prevede i seguenti tempi:

1. anestesia
2. posizionamento del paziente
3. accesso chirurgico

I tempi propriamente chirurgici sono rappresentati da:

1. aspirazione del liquido pleurico,
2. esplorazione del cavo pleurico,
3. eventuale lisi delle aderenze,
4. biopsie pleuriche,
5. eventuali manovre associate,
6. posizionamenti dei drenaggi,
7. controllo della riespansione del parenchima.

**Tabella 2.** Videotoroscopia diagnostica: mortalità e morbilità perioperatoria

Autore	Anno	n° Paz	Mortalità (%)	Morbilità (%)
Lewis [26]	1992	113	0	8,8
Ohri [25]	1992	100	5	4
Bal [24]	1993	213	2,3	3,7
Daniel [27]	1993	64	9	–
Hurley [28]	1994	90	3	–
Perrault [29]	1994	38	8	18
Yim [22]	1996	69	0	0
Asamura [30]	1997	135	0	0
Hansen [21]	1998	147	0	0,6
Caccavale [19]	1999	111	0	5,4
Xue [31]	2001	345	0	11
Plavec [14]	2002	67	0	6
Alrawi [32]	2002	20	0	10

## Anestesia

L'intervento può essere eseguito in anestesia locale assistita (con blanda sedazione) o in anestesia generale e intubazione orotracheale con tubo a doppio lume. L'anestesia locale evita i rischi e le complicanze di una narcosi ma può creare più discomfort al paziente e qualche difficoltà di esecuzione all'operatore. Quest'ultimo, in anestesia generale, può lavorare con più tranquillità e più tempo, a paziente fermo e curarizzato, con il polmone escluso, condizioni apprezzabili soprattutto in presenza di difficoltà tecniche, come in caso di aderenze e nella necessità di dovere sempre esplorare accuratamente tutto il cavo pleurico. Spesso la scelta dipende dall'esperienza e dalle preferenze dell'operatore e dell'anestesista. L'anestesia locale può essere una valida alternativa in pazienti particolarmente compromessi, in cui una narcosi sia ad alto rischio, previa attenta valutazione dell'effettiva utilità della diagnosi; in tutti gli altri casi un'anestesia generale rimane preferibile.

## Posizione del paziente

Decubito laterale, arto superiore omolaterale flessa in avanti con gomito flessa di circa 90°, spezzatura del letto operatorio (Fig. 1). La posizione con arto superiore omolaterale abdotta di 90° e fissato su archetto non è consigliabile, poiché il braccio del paziente può impedire la corretta angolazione dell'ottica all'atto dell'ispezione della regione diaframmatica (anche se a que-



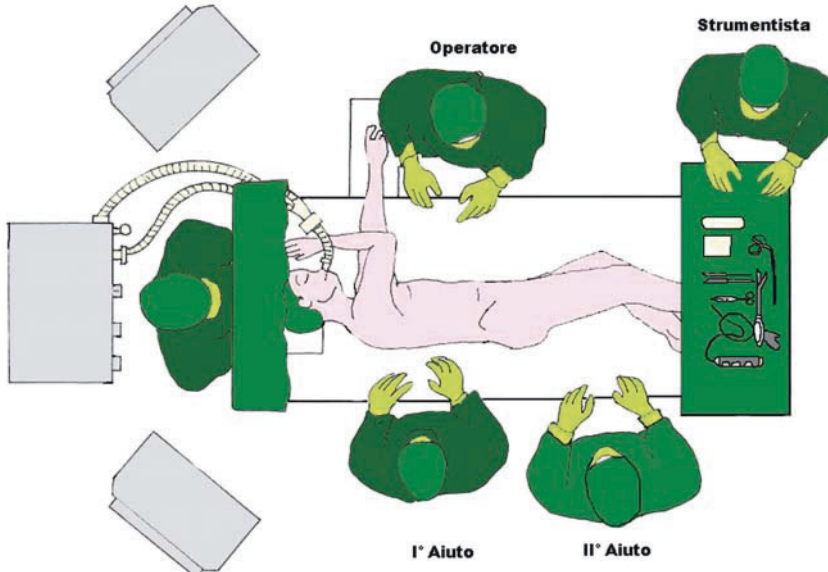
**Fig. 1.** Posizione del paziente per l'intervento di videotoroscopia diagnostica per versamento pleurico

sto inconveniente si può ovviare con l'impiego di un'ottica angolata).

In caso di intervento in anestesia locale assistita, la posizione semiseduta crea meno discomfort al paziente e può essere mantenuta più a lungo.

## Posizione degli operatori

Il primo operatore si posiziona davanti al paziente in caso di biopsia in regione posteriore, dietro al paziente in caso di biopsia anteriore. L'aiuto si posiziona sempre di fronte all'operatore. Lo strumentista si posiziona preferibilmente di fianco al primo operatore, l'eventuale assistente chirurgo di fronte allo strumentista (Fig. 2).



**Fig. 2.** Posizione degli operatori in caso di biopsia pleurica in regione posteriore

## Strumentario chirurgico specifico

Data la semplicità dell'intervento è piuttosto limitato (Fig. 3):

1. Trocar (numero e dimensioni variabili).
2. Ottica 5-10 mm, 0°-25°.
3. Pinza da biopsia tipo *oncotomo*.
4. Pinza da presa tipo *endograsp*.
5. Elettrobisturi endoscopico ad uncino (*crochet*).
6. Sistema di aspirazione-lavaggio endoscopico.

## Accessi chirurgici

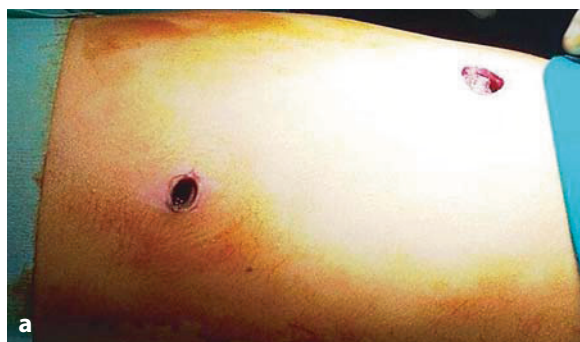
- *Numero degli accessi*: la videotoroscopia diagnostica può essere eseguita con una, due o tre porte di accesso. Dipende dall'esperienza e dalle abitudini dell'operatore ma anche da eventuali difficoltà tecniche che si possono incontrare durante la procedura, che costringono a eseguire accessi supplementari. In assenza di aderenze tenaci o manovre associate complesse (es. biopsie polmonari o mediastiniche), una o al massimo due porte sono sufficienti. Il vantaggio dell'accesso singolo è l'incisione unica con minore invasività, lo svantaggio è la maggior difficoltà tecnica di esecuzione. La VATS uniportale rappresenta comunque l'approccio di scelta in questo tipo di intervento, da eseguire sempre laddove possibile (Fig. 4 a e b; 5 a e b).
- *Dimensioni degli accessi*: dipendono dal numero degli accessi e dalla strumentazione impiegata. Con un'ottica da 5 mm per un intervento semplice può bastare un accesso con un trocar da 12 mm; con un'ottica da 10 mm, un accesso con un trocar da 15-20 mm (Fig. 6) o, in alternativa, due accessi, con trocars 12 e 7 mm (Fig. 7).



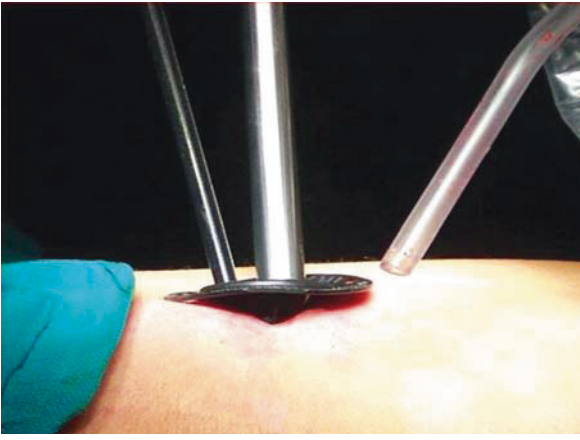
**Fig. 3.** Strumentario endoscopico specifico per l'intervento di videotoroscopia diagnostica per versamento pleurico. 1, Trocar 12 mm. 2, Pinza da biopsia tipo oncotomo. 3, Pinza da presa tipo endograsp. 4, Elettrobisturi endoscopico ad uncino. 5, Ottica 5 mm. 6, Aspiratore endoscopico



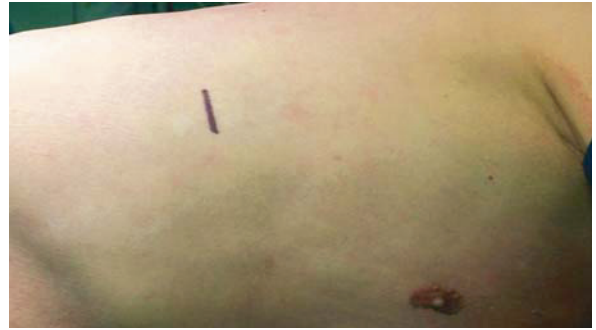
**Fig. 4a, b.** VATS uniportale. **a** Introduzione del trocar. **b** Manovre chirurgiche



**Fig. 5a, b.** VATS a due porte. **a** Incisioni al IV spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore e all'VIII spazio intercostale sulla linea ascellare media. **b** Introduzione dei trocars



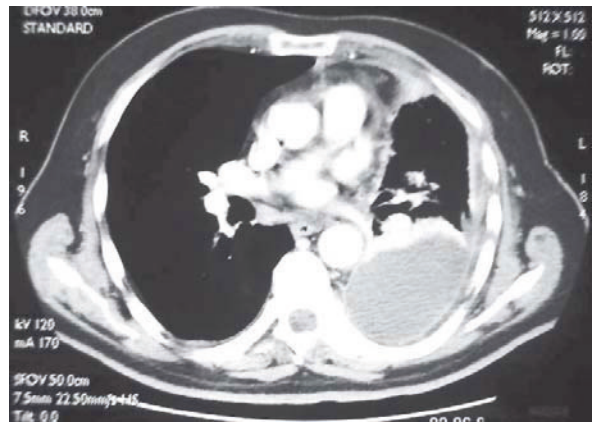
**Fig. 6.** VATS uniportale. Introduzione di un'ottica 10 mm e pinza da biopsia attraverso un unico accesso con trocar da 20 mm



**Fig. 8.** Primo accesso chirurgico, al VII spazio intercostale sulla linea ascellare media



**Fig. 7.** VATS a due porte. Introduzione di un'ottica da 10 mm attraverso un accesso con trocar 12 mm e di una pinza da biopsia attraverso un accesso con trocar 7 mm



**Fig. 9.** Versamento pleurico saccato sinistro con evidente ispessimento di entrambi i foglietti pleurici

- *Sede degli accessi:* il V-VII spazio intercostale sulla linea ascellare media è la sede standard per l'introduzione dell'ottica (Fig. 8). La posizione di eventuali ulteriori accessi dipende dalla sede della zona da biopsiare (linea ascellare anteriore se posteriore, linea ascellare posteriore se anteriore), dalla presenza di aderenze, dalla necessità di associare altre manovre. In caso di versamento saccato la posizione del primo accesso dipende dalla sede del versamento (Fig. 9); nei casi dubbi è consigliabile far precedere una toracentesi esplorativa all'introduzione del primo trocar, al fine di evitare lesioni polmonari (Fig. 10).



**Fig. 10.** Toracentesi esplorativa prima dell'incisione, in caso di versamento saccato, al fine di identificare il corretto punto di introduzione del primo trocar

## Tempi chirurgici

L'aspirazione del liquido pleurico (Fig. 11), la liberazione di eventuali aderenze e l'evacuazione di sacche di liquido rappresentano le prime manovre (Fig. 12). È consigliabile inviare campioni di liquido pleurico per esame citologico e microbiologico, anche se precedenti toracentesi erano risultate negative, soprattutto quando il quadro non è chiaramente neoplastico. L'utilità reale della liberazione delle aderenze pleuropolmonari, quando presenti, risiede nella possibilità di esplorare accuratamente tutto il cavo pleurico. In pratica però, quando la visualizzazione parziale del cavo pleurico permette già una diagnosi certa, la lisi ulteriore delle aderenze, soprattutto in caso di pleurite neoplastica, non serve e aumenta il rischio di complicanze correlate alla procedura (Fig. 13). L'esecu-



**Fig. 11.** Aspirazione di liquido pleurico giallo citrino trasparente

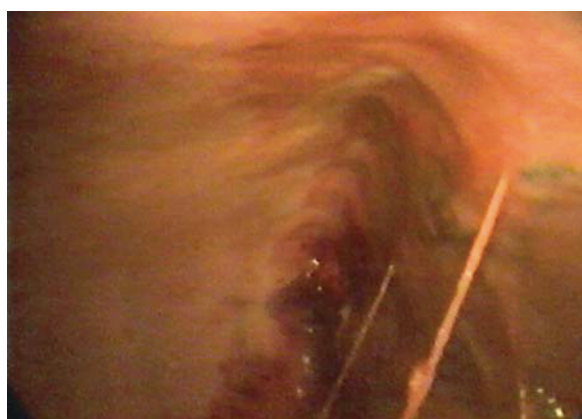


**Fig. 12.** Lisi di aderenze pleuropolmonari lasse

zione della metodica in anestesia generale e polmone omolaterale escluso dalla ventilazione permette una più efficace e completa liberazione delle aderenze, con miglior visualizzazione della pleura e delle zone target da biopsiare, con possibile guadagno di sensibilità.

L'evacuazione rapida di un abbondante versamento pleurico può determinare un edema polmonare monolaterale (cosiddetto da riespansione). In questi casi è consigliabile far precedere l'intervento da una toracentesi evacuativa parziale (1000–1500 cc), da eseguire qualche ora prima o il giorno precedente [34].

L'esplorazione del cavo pleurico deve mirare a evidenziare zone target per le biopsie (Fig. 14). Si raccomanda l'ispezione accurata di entrambi i foglietti



**Fig. 13.** Quadro di aderenze pleuropolmonari tenaci, con pleura viscerale ispessita che incarcera il polmone. Si nota la tendenza al sanguinamento nelle zone in cui si è tentata la lisi delle aderenze. In questo caso le biopsie diagnostiche possono essere facilmente ottenute senza necessità di liberare il polmone; tale manovra risulta pertanto superflua



**Fig. 14.** In un quadro di micronodulazioni diffuse della pleura parietale costale, la lesione vegetante nella parte superiore destra dell'immagine appare come una significativa zona target per la biopsia

pleurici, poiché, in alcuni casi, la malattia è localizzata prevalentemente sulla pleura viscerale e una biopsia limitata al foglietto parietale potrebbe risultare falsamente negativa (Fig. 15).

Le *biopsie pleuriche* devono essere eseguite nelle zone identificate come bersaglio. In caso, peraltro frequente, di interessamento della pleura parietale costale, essa rappresenta la zona ideale per i prelievi, per semplicità e sicurezza. Quando possibile quindi è consigliabile evitare di biopsiare la pleura parietale diaframmatica e mediastinica o la pleura viscerale, procedure a maggior rischio di complicazioni. Se non si evidenziano lesioni focali o le pleure appaiono normali, le biopsie devono essere eseguite in zone scelte a caso (Fig. 16).

I prelievi biotici devono essere multipli, in zone diverse, almeno 4-5, di più in caso di sospetto meso-

teloma. In questa ultima eventualità, la procedura di stadiazione della malattia prevede anche la biopsia polmonare, al fine di valutare la profondità dell'infiltrazione neoplastica all'interno del parenchima.

Secondo la tecnica di esecuzione il prelievo di pleura può essere suddiviso in:

- biopsia semplice,
- biopsia sfondata,
- biopsia a lembo.

Nei primi due casi il prelievo è eseguito mediante pinza tipo oncotomo. Se sono presenti lesioni focali la biopsia viene effettuata direttamente su queste (biopsia semplice) (Fig. 17); se la pleura è uniformemente ispessita e di consistenza aumentata è necessaria una biopsia più profonda, al fine di prelevare la sierosa patologica in tutto il suo spessore (biopsia sfondata) (Fig. 18). In entrambi i ca-



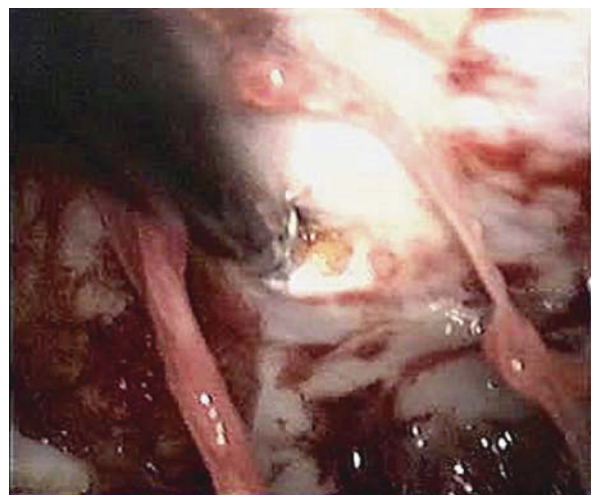
**Fig. 15.** Noduli neoplastici biancastri sulla pleura viscerale di due lobi polmonari. La pleura parietale appare indenne da lesioni focali



**Fig. 17.** Biopsia semplice eseguita con oncotomo su zona target



**Fig. 16.** Assenza di lesioni focali in entrambi i foglietti pleurici, che appaiono normali. Le biopsie devono essere fatte in zone scelte a caso, preferibilmente a livello delle regioni meno a rischio di complicanze e con la tecnica del prelievo a lembo



**Fig. 18.** Biopsia sfondata eseguita con oncotomo su pleura parietale ispessita, in quadro come da pachypleurite

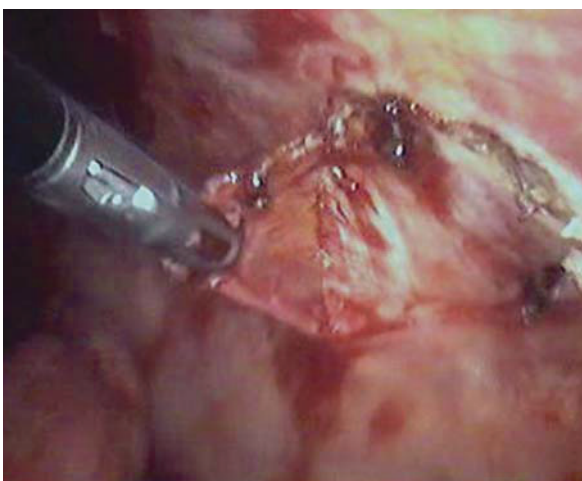
si la dimensione del singolo prelievo dipende dalle dimensioni della pinza ma il materiale è solitamente di quantità sufficiente (Fig. 19). Con la tecnica della biopsia a lembo si asporta un lembo di pleura parietale, possibilmente di qualche centimetro quadrato. Questa metodica è indicata nei casi di pleura apparentemente normale o uniformemente ispessita (Fig. 20).

La complicanza più frequente delle biopsie pleuriche è rappresentata dall'emorragia. Possibili i

sanguinamenti da vasi intercostali, relativamente frequenti quelli provenienti da vasi muscolari o dalla pleura stessa; di modesta entità, essi possono essere ben controllati con l'elettrocoagulazione diretta per via endoscopica. Particolare attenzione deve essere posta al decorso dei vasi mammari, in caso di biopsie sulla pleura parietale costale anteriore, soprattutto in presenza di pleura ispessita. Per ridurre il rischio di emorragie si consiglia di evitare prelievi con oncotomo su pleura normale o sottile.



**Fig. 19.** Prelievi biotipici multipli eseguiti con la tecnica della biopsia semplice con oncotomo



**Fig. 20.** Biopsia a lembo. Dopo avere delimitato parzialmente o completamente una zona di pleura parietale con l'elettrobisturi, la si asporta con le pinze da presa, tipo endo-grasp

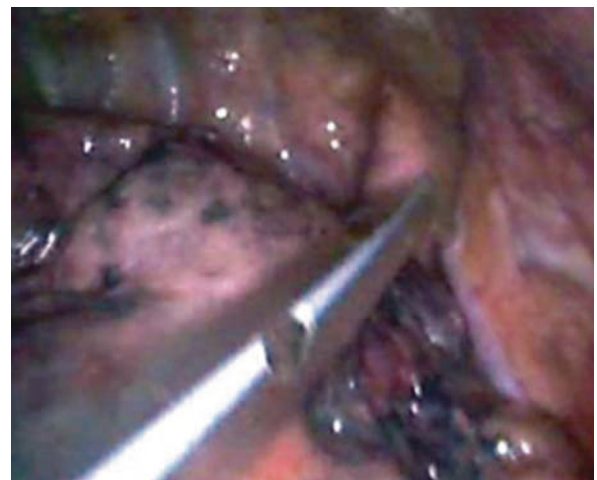
### Posizionamento dei drenaggi

Un drenaggio, di dimensioni 20-32 French, è solitamente sufficiente, se non sono state eseguite ulteriori manovre complesse (Fig. 21). L'esecuzione di accessi chirurgici di piccole dimensioni consente l'introduzione del drenaggio attraverso gli stessi, con risparmio di una incisione. Da valutare l'opportunità di posizionare anche un pleurocath®, nei casi di versamento pleurico cronico recidivante, da mantenere a permanenza per eventuali evacuazioni ripetute (Figg. 22, 23).

### Quadri endoscopici



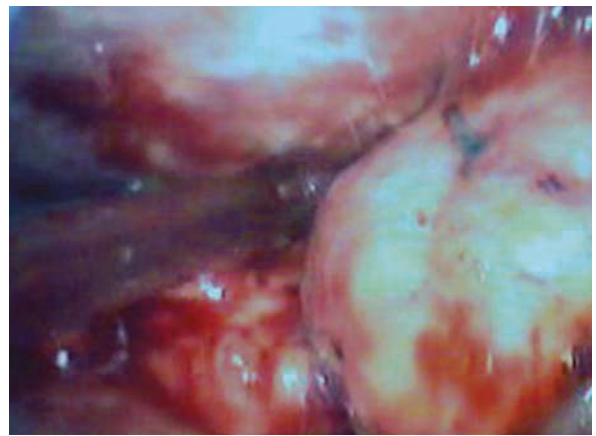
È suggestiva di pleurite neoplastica o carcinosi pleurica la presenza di noduli, lesioni polipoidi, masse vegetanti, lesioni tipo "grappolo d'uva" o a "colata di cera", ispessimento diffuso della pleura, biancastra e irregolare (Figg. 24-35). La pleurite tubercolare si presenta con granulomi bian-



**Fig. 21.** Posizionamento di drenaggio 32 F nella parte anteriore-superiore del cavo pleurico



**Fig. 22.** Posizionamento di pleurocath® 10 F sotto visione. L'impiego di una pinza può aiutare a indirizzare il catetere nella posizione desiderata (nel caso di versamento pleurico libero di solito lo sfondato costo-frenico posteriore, ovvero la regione più declive)



**Fig. 25.** Carcinosi pleurica. Lesioni vegetanti polipoidi grigio-rossastre di grosse dimensioni, che obliterano parzialmente il cavo pleurico (adenocarcinoma polmonare primitivo)



**Fig. 23.** Posizionamento di drenaggio e pleurocath® in paziente sottoposto a intervento di biopsie pleuriche e talcaggio del cavo per versamento pleurico cronico neoplastico. Il pleurocath® sarà mantenuto in caso di insuccesso della procedura di pleurodesi



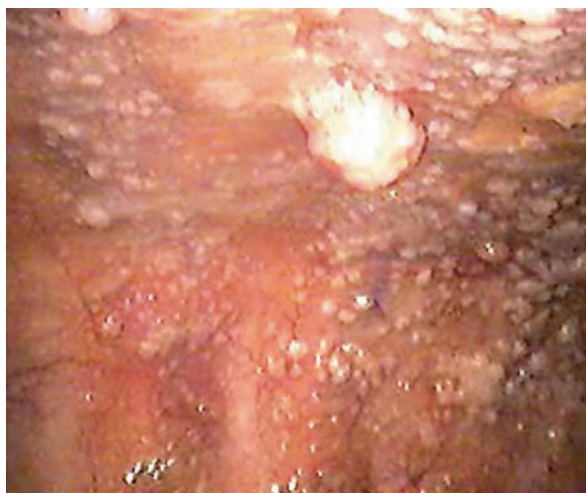
**Fig. 26.** Carcinosi pleurica. Dopo procedura di talcaggio a scopo pleurodesico, si notano le gocce di liquido pleurico che trasuda dal foglietto parietale, a indicare una patologia pleurica avanzata con abbondante produzione di liquido (adenocarcinoma polmonare primitivo)



**Fig. 24.** Carcinosi pleurica. Residuo di liquido sieroematico, presenza di placche biancastre diffuse, non rilevate, sulla pleura parietale e di una placca biancastra sulla pleura viscerale, retraente il parenchima polmonare dell'apice del lobo superiore (adenocarcinoma polmonare primitivo)



**Fig. 27.** Carcinosi pleurica. Presenza di placche biancastre e qualche piccola nodulazione rilevata su una pleura parietale iperemica ma non ispessita (carcinoma squamocellulare primitivo del polmone)

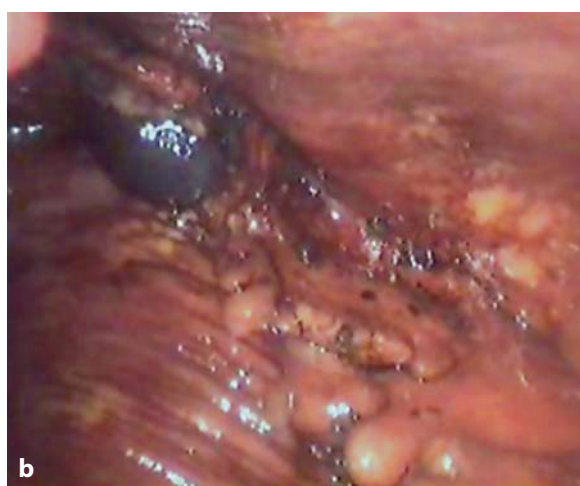
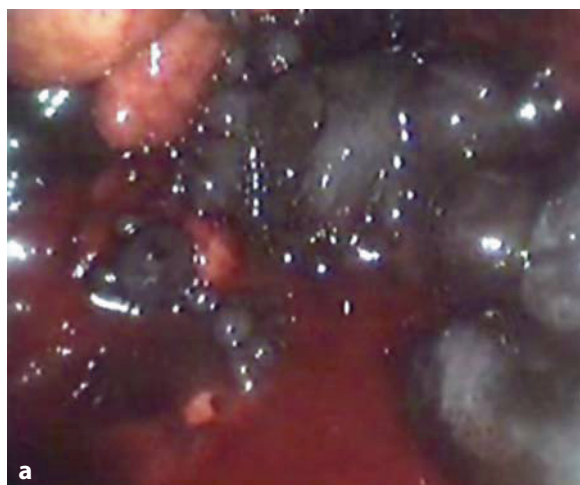


**Fig. 28.** Carcinosi pleurica. Presenza di piccoli noduli rilevati di colorito bianco-grigiastro diffusi su tutta la pleura parietale, con sporadiche lesioni fungoidi di maggiori dimensioni e di consistenza friabile (metastasi da carcinoma della mammella)



**Fig. 29.** Carcinosi pleurica. Placche biancastre di forma irregolare leggermente rilevate diffuse su una pleura parietale iperemica, con evidenti reticoli vascolari (metastasi da carcinoma della mammella)

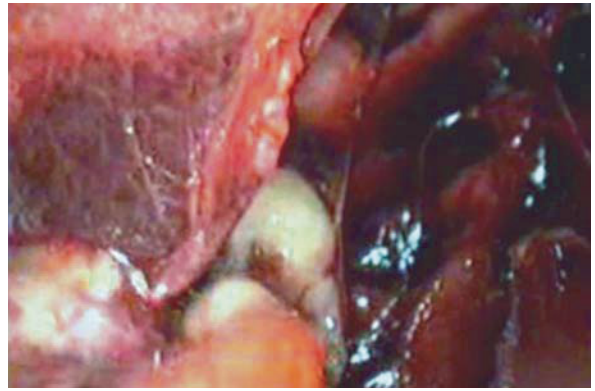
co-grigiastri diffusi uniformemente su tutta la pleura parietale e diaframmatica, che appare flogistica, ovvero leggermente ispessita, di colorito rossastro e riccamente vascolarizzata; spesso numerose e talvolta tenaci le aderenze (Fig. 36). Nei versamenti pleurici da ialinosi si riscontrano placche sclero-ialine, bianche perlacee, spesse, traslucide (Fig. 37). Nelle forme flogistiche croniche inveterate (pachipleurite, aspecifica o specifica) entrambi i foglietti pleurici appaiono



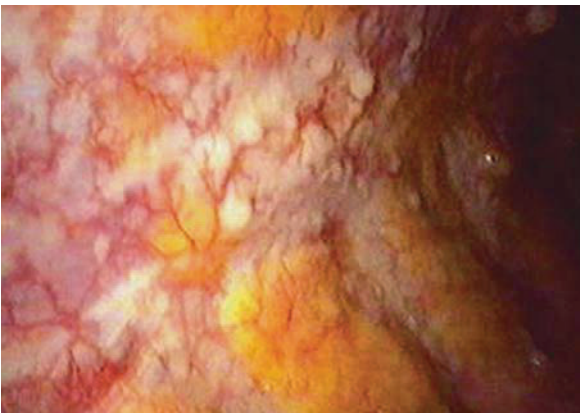
**Fig. 30 a-c.** Carcinosi pleurica. Presenza di noduli e vegetazioni polipoidi di varie dimensioni, a superficie liscia, di colorito nero, diffuse su entrambi i foglietti pleurici, prevalentemente negli sfondati costo-frenici, con residuo di versamento pleurico ematico. **a** Sfondato costo-frenico anteriore; **b** Sfondato costo-frenico posteriore; **c** Pleura viscerale (metastasi da melanoma cutaneo)



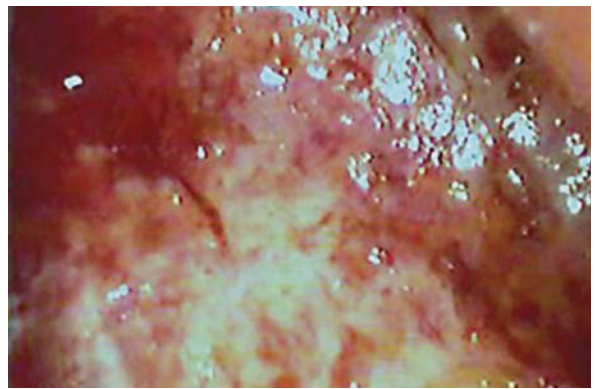
**Fig. 31.** Carcinosi pleurica. Pleura uniformemente ispessita, di colorito giallastro e consistenza friabile, disseminata di sporadiche petecchie emorragiche ma senza significative lesioni focali (metastasi da adenocarcinoma del sigma)



**Fig. 34.** Mesotelioma, forma mista. Lesioni vegetanti polipoidi biancastre di medie dimensioni, che obliterano parzialmente il cavo pleurico, coaguli sulla pleura parietale, come residui di versamento pleurico ematico, aderenze pleuro-parenchimali lasse



**Fig. 32.** Mesotelioma epiteliale. Placche bianco-rossastre e piccole nodulazioni biancastre diffuse sulla pleura parietale



**Fig. 35.** Mesotelioma sarcomatoide. Pleura parietale ispessita, dura, liscia e senza lesioni focali, bianca lucente, con petecchie emorragiche e coaguli, residuo di versamento pleurico ematico



**Fig. 33.** Mesotelioma epiteliale. Nodulazioni a grappolo d'uva, grigiastre, traslucide, a superficie regolare, diffuse su tutta la pleura parietale e viscerale (particolare del recesso costo-vertebrale)



**Fig. 36.** Pleurite tubercolare in fase attiva. Entrambi i foglietti pleurici (viscerale nella metà sinistra dell'immagine, parietale nella metà destra) si presentano iperemici, ispessiti, con piccole granulazioni bianco-grigiastre diffuse e più grossolane petecchie emorragiche



**Fig. 37.** Ialinosi pleurica. Piccola placca bianca lucente, dura, rilevata, localizzata sulla pleura parietale del recesso costovertebrale



**Fig. 39.** Pleurite aspecifica. Entrambi i foglietti pleurici iperemici, con evidente reticolo vascolare; presenza di aderenze pleuro-polmonari



**Fig. 38.** Pachipleurite cronica aspecifica. Pleura parietale uniformemente ispessita, dura, biancastra traslucida, liscia, senza lesioni focali; presenza di aderenze pleuro-polmonari lasse



**Fig. 40.** Pleurite aspecifica. Pleura parietale leggermente ispessita, liscia, senza lesioni focali, di colorito rosso-viola-ceo

notevolmente ispessiti, con superficie regolare, di consistenza dura, bianco-grigiastri, talvolta traslucidi (Fig. 38). In molte forme flogistiche aspecifiche la pleura appare soltanto leggermente infiammata, poco ispessita ma ancora trasparente, arrossata, riccamente vascolarizzata; talvolta può risultare del tutto normale. Anche nei versamenti trasudatizi la pleura appare spesso normale (Figg. 39-42).

Canto e coll. [35] hanno studiato la localizzazione topografica delle lesioni neoplastiche: nel 94% dei casi era interessata la metà inferiore del cavo pleurico; ciò giustifica un accesso chirurgico iniziale basso, tra il V e il VII spazio intercostale. Nel 28% dei pazienti era patologica soltanto la pleura viscerale.

L'esplorazione visiva endoscopica possiede già un'accuratezza diagnostica elevata con sensibilità 93%, specificità 82%, secondo Martin-Diaz e coll.[36], sensibilità 85% secondo Boutin e coll. [1] ma il dato è irrilevante, poiché, tuttora che si ispeziona, si deve sempre anche eseguire la biopsia pleurica: la fase dell'ispezione visiva non ha alcuna valenza diagnostica in sé ma serve soltanto per dirigere il prelievo bioptico. Vi sono casi di pleuriti neoplastiche che simulano quadri di flogosi aspecifica e viceversa. Classicamente difficile la diagnosi differenziale tra mesotelioma sarcomatoide e pachipleurite flogistica cronica aspecifica. La semplice ispezione inoltre non permette di distinguere il tipo di neoplasia responsabile della carcinosi pleurica, con l'eccezione di alcu-



**Fig. 41.** Pleurite aspecifica. Pleura parietale apparentemente normale, se si eccettua qualche piccolo reticolo vascolare superficiale



**Fig. 42.** Idrotorace epatico. Foglietti pleurici normali

ne lesioni facilmente riconoscibili, come le metastasi da melanoma.

### Videotoroscopia terapeutica

L'argomento viene trattato estesamente nel Capitolo 12.

La videotoroscopia, eseguita nel paziente con versamento pleurico, permette di mettere in atto procedure per ridurre la possibilità di recidiva del versamento, ovvero le tecniche di *pleurodesi*.

La pleurodesi si ottiene con mezzi chimici ed è indicata in caso di versamento cronico e/o reci-

divante. È definitivamente dimostrata la superiorità del *talco* rispetto agli altri agenti sclerosanti (tetraciclina, bleomicina, *Corynebacterium parvum*). Resta ancora controverso quale delle due modalità di somministrazione del talco nel cavo pleurico sia ottimale: instillazione di talco disciolto in soluzione, attraverso un drenaggio pleurico (*talco slurry* – *TS*) o insufflazione di talco in polvere nebulizzato, mediante toracosopia (*talco poudrage* – *TP*).

Condizione necessaria per proporre un talcaggio, indipendentemente dalla metodica, è che il polmone sia in grado di riespandersi, dopo l'evacuazione del liquido pleurico.

Laddove possibile, l'Autore esegue sempre il *talco poudrage* in videotoroscopia e preferisce condurlo in anestesia generale, poiché crea meno discomfort al paziente, facilita il lavoro dell'operatore e ottimizza la distribuzione del talco.

La procedura standard prevede la somministrazione di 6 grammi di talco nebulizzato da bombola spray, attraverso uno o due accessi chirurgici con trocar 7 mm e il posizionamento di un drenaggio 28-32 F e un pleurocath® 10 F.

Il drenaggio viene mantenuto in aspirazione a -20-30 cm/H<sub>2</sub>O per 24 ore e successivamente rimosso. Per 15 giorni dopo la dimissione il pleurocath® viene controllato ogni 3 giorni e vengono eseguiti due radiogrammi del torace, dopo circa 7 e 15 giorni dalla dimissione. Se non si evidenzia recidiva del versamento il talcaggio viene considerato efficace e il catetere rimosso. In caso contrario il pleurocath® permetterà la gestione domiciliare del versamento pleurico.

### Conclusioni

La videotoroscopia rappresenta l'approccio di scelta nei pazienti con versamento pleurico cronico e/o recidivante di natura da determinare, quando tutti gli esami meno invasivi non siano stati sufficienti per condurre alla diagnosi. L'intervento ha un'elevata resa diagnostica ed è sicuro, semplice e rapido.

È possibile eseguire la videotoroscopia diagnostica anche in anestesia locale assistita, preferibilmente nei pazienti ad alto rischio per un'anestesia generale. L'esplorazione visiva può già di per sé essere indicativa per la diagnosi ma quest'ultima non deve mai prescindere dalla esecuzione delle biopsie. L'accesso uniportale risulta quello di scelta. La biopsia con oncotomo è indicata in caso di lesioni focali, la biopsia a lembo è preferibile nei

casi di pleura apparentemente indenne o uniformemente ispessita. Si consiglia di evitare di biopsiare la pleura diaframmatica, viscerale e mediastinica, eccetto nei casi di lesioni ivi esclusivamente localizzate.

La semplicità e scarsa invasività dell'intervento e la possibilità di eseguirlo in anestesia locale non devono però condurre a un eccessivo allargamento delle indicazioni; in particolare, soprattutto nei pazienti più compromessi, è necessario valutare sempre la reale utilità dell'acquisizione della diagnosi.

La videotoroscopia permette di associare al tempo diagnostico ulteriori manovre operative, come lo sbrigliamento del cavo pleurico nell'eventualità di versamento saccato, il trattamento del versamento mediante talcaggio, una pericardiotoomia in caso di concomitante versamento pericardico, biopsie polmonari o mediastiniche se necessarie.

## Bibliografia

- Boutin C, Astoul PH, Seitz B (1990) The role of thoracoscopy in the evaluation and management of pleural effusions. *Lung* 111:3s-1121s
- Maskell NA, Butland RJA (2003) BTS guidelines for the investigation of a unilateral pleural effusion in adults. *Thorax* 58:8s-17s
- Garcia L (1994) The value of multiple fluid specimens in the cytological diagnosis of malignancy. *Mod Pathol* 7:665-668
- Hirsch A (1979) Pleural effusion: laboratory tests in 300 cases. *Thorax* 34:106-112
- Salzer WR, Eggleston JC, Erozan YS (1975) Efficacy of pleural needle biopsy and pleural fluid cytopathology in the diagnosis of malignant neoplasm involving the pleura. *Chest* 67:536-539
- Nance KV, Shermer RW, Askin FB (1991) Diagnostic efficacy of pleural biopsy as compared with that of pleural fluid examination. *Mod Pathol* 4:320-324
- Prakash UB, Reiman HM (1985) Comparison of needle biopsy with cytologic analysis for the evaluation of pleural effusion: analysis of 414 cases. *Mayo Clin Proc* 60:158-164
- Tomlinson JR (1987) Invasive procedures in the diagnosis of pleural disease. *Semin Respir Med* 9:30-36
- Maskell NA, Gleeson FV, Davies RJO (2003) Standard pleural biopsy versus CT-guided cutting-needle biopsy for the diagnosis of pleural malignancy in pleural effusions: a randomized controlled trial. *Lancet* 361:1326-1330
- Adams RF, Gleeson FV (2001) Percutaneous image-guided cutting-needle biopsy of the pleura in the presence of a suspected malignant effusion. *Radiology* 219:510-514
- Ferrer J, Roldan J, Teixidor J et al (2005) Predictors of pleural malignancy in patients with pleural effusion undergoing thoracoscopy. *Chest* 127:1017-1022
- Frank W (2004) Diagnostisches vorgehen beim pleuraerguss. *Pneumologie* 777-790
- Tassi G, Marchetti G (2003) Minithoracoscopy. A less invasive approach to thoracoscopy. *Chest* 124:1975-1977
- Plavec G, Popovic C, Sikimic S et al (2002) Dijagnosticka torakoskopija. *Vojnosanit Pregl* 59:473-477
- GuskA S (2002) Thoracoscopy: the method of choice in the determination of a malignancy as the cause of pleural effusion of unknown etiology. *Med Arch* 56:213-216
- Sugiyama M, Horiguchi T, Ishibashi A et al (2001) Clinical utility and safety of diagnostic thoracoscopy. *The Journal of the Japanese Respiratory Society* 39:899-902
- Mohamed KH, Mobasher AA, Yousef AI et al (2000) Pleural lavage: a novel diagnostic approach for diagnosing exudative pleural effusion. *Lung* 178:371-379
- Zhen Y, Xu S (1999) Value of thoracoscopy in undiagnosed pleural effusion. *Chinese journal of tuberculosis and respiratory diseases* 22:59-60
- Caccavale RJ, Lewis RJ (2000) Video-assisted thoracic surgery as a diagnostic tool. In: Shields TW (ed) *General Thoracic Surgery*. Fifth edition. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia pp 286-288.
- Celik M, Halezeroglu S, Senol C et al (1998) Video-assisted thoracoscopic surgery: experience with 341 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 14:113-116
- Hansen M, Faurschou P, Clementsen P (1998) Medical thoracoscopy, results and complications in 146 patients: a retrospective study. *Respir Med* 92:228-232
- Yim AP, Chung SS, Lee TW et al (1996) Thoracoscopic management of malignant pleural effusions. *Chest* 109:1234-1238
- Harris RJ, Kavuru MS, Rice TW et al (1995) The diagnostic and therapeutic utility of thoracoscopy. A review. *Chest* 108:828-841
- Bal S, Hasan SS (1993) Thoracoscopic management of malignant pleural effusion. *Int Surg* 78:324-327
- Ohri SK, Oswal SK, Townsend ER et al (1992) Early and late outcome after diagnostic thoracoscopy and talc pleurodesis. *Ann Thorac Surg* 53:1038-1041
- Lewis RJ, Caccavale RJ, Sislerge et al (1992) One hundred consecutive patients undergoing video-assisted thoracic operations *Ann Thorac Surg* 54:421-426
- Daniel TM, Kern JA, Tribble CG et al (1993) Thoracoscopic surgery for diseases of the lung and pleura. Effectiveness, changing indications, and limitations. *Ann Surg* 217:566-574
- Hurley JP, McCarthy J, Wood AE (1994) Retrospective analysis of the utility of video-assisted thoracic surgery in 100 consecutive procedures. *Eur J Cardiothorac Surg* 8:589-592
- Perrault LP, Page A, Gregoire J (1994) Traitement palliatif des épanchements malins par thoroscopie sous assistance video: morbidité et survie. *Ann Chir* 48:768-772
- Asamura H, Nakayama H, Kondo H et al (1997) Thoracoscopic evaluation of histologically/cytologically proven or suspected lung cancer: a VATS exploration. *Lung Cancer* 16:183-190
- Xue L, Su L, Liu G (2001) The value of medical thoracoscopy. *Zhonghua-Jie-He-He-Hu-Xi-Za-Zhi* 24:198-200
- Alrawi SJ, Raju R, Acinapura AJ et al (2002) Primary thoracoscopic evaluation of pleural effusion with local anesthesia: an alternative approach. *JSL* 6:143-147

- 
33. Migliore M, Giuliano R, Aziz T et al (2002) Four-step local anesthesia and sedation for thoroscopic diagnosis and management of pleural diseases. *Chest* 121:2032-2035
  34. Health and Public Policy Committee, American College of Physicians (1985) Diagnostic thoracentesis and pleural biopsy in pleural effusions. *Ann Intern Med* 103:799
  35. Canto A, Rivas J, Saumench J et al (1983) Points to consider when choosing a biopsy method in cases of pleurisy of unknown origin. *Chest* 84:176-179
  36. Martin-Diaz E, Arnau-Obrer A, Martorell-Cebollada M et al (2002) La toracocentesis en la evaluacion del cancer de pulmon con derrame pleural. *Arch Bronconeumol* 38:479-484

## Premesse

La pleura può essere sede di neoplasie benigne e maligne. Vengono interessati i foglietti della pleura parietale, viscerale o entrambi.

Le neoplasie benigne sono solitamente circoscritte ma possono raggiungere dimensioni anche ragguardevoli.

La forma più frequente risulta il tumore fibroso solitario della pleura, generalmente benigno, ma che a volte presenta caratteri di malignità istologica. Sono stati infine descritti altri istotipi anche se per la verità molto rari (Tab. 1).

I tumori maligni della pleura hanno la tendenza ad estendersi rapidamente data la mancanza di barriere anatomiche sulle superfici della sierosa. Tra le forme maligne andranno distinte quelle primitive da quelle secondarie.

I tumori primitivi sono rappresentati essenzialmente dal mesotelioma maligno; meno frequenti altri istotipi quali il linfoma, i sarcomi, le forme a partenza da endotelio-pericitici, il carcinoma mucocutaneo primitivo pleurico (Tab. 2).

**Tabella 1.** Tumori benigni della pleura. Principali istotipi

Tumore fibroso solitario  
Lipoma  
Emangioma  
Leiomioma  
Schwannoma  
Endoteloma

**Tabella 2.** Neoplasie maligne primitive della pleura. Principali istotipi

Mesotelioma maligno  
Linfoma di Hodgkin e non Hodgkin  
Sarcoma sinoviale  
Leiomiomasarcoma  
Angiosarcoma  
Liposarcoma  
Emangiopericitoma  
Emangioendoteloma  
Tumore desmoplastico a cellule rotonde

I tumori maligni della pleura sono per il 95% dei casi metastatici. Le neoplasie secondarie possono originare da sedi diverse. Il 60% dei casi risulta a partenza polmonare e mammaria, il 25% origina dall'apparato gastrointestinale, il rimanente da neoplasie della serie emopoietica, del distretto genito-urinario, dell'apparato osteoarticolare, della cute (Tab. 3).

La chirurgia toracica videoassistita può rivestire un ruolo importante in corso di patologia neoplastica della pleura. L'intervento può avere una valenza:

- *diagnostica*,
- *terapeutica* (radicale e palliativa).

Nel primo caso la VATS può garantire una diagnosi istologica di certezza grazie all'esecuzione di biopsie mirate. Da questo punto di vista la resa diagnostica della biopsia in videotoracosopia è di gran lunga maggiore delle altre tecniche non chirurgiche (ricerca citologica sul liquido da toracentesi, ago-biopsia transtoracica).

Riguardo alla possibilità di un trattamento radicale, la chirurgia videoassistita può permettere una completa escissione delle neoformazioni pleuriche benigne ed in alcuni casi, peraltro rari, l'asportazione di neoplasie metastatiche pleuriche ad unica localizzazione.

Il trattamento palliativo viene infine riservato a quei casi in cui sia necessario eseguire un debulking della massa neoplastica (mesoteliomi pleurici non resecabili radicalmente) o indurre una pleurodesi per arrestare il formarsi del versamento pleurico consensuale alla neoplasia maligna primitiva o secondaria (talcaggio, pleurectomia parziale).

**Tabella 3.** Neoplasie pleuriche metastatiche: sedi di partenza più frequenti in ordine decrescente

Polmone  
Mammella  
Apparato gastrointestinale  
Apparato emopoietico  
Apparato genito-urinario  
Apparato osteoarticolare  
Apparato tegumentario

## Tumori benigni



La forma istologica più frequente è rappresentata dal tumore fibroso solitario (TFSP).

Denominato in passato mesotelioma benigno, mesotelioma localizzato o fibroma sottopleurico, si presenta il più delle volte con una forma istologicamente benigna e, meno frequentemente, può avere aspetti citoistologici di malignità che rendono ragione della tendenza alla recidiva e delle localizzazioni a distanza.

La neoplasia origina dalla pleura parietale o viscerale, può essere sessile o pedunculata, in alcuni casi può raggiungere dimensioni considerevoli.

L'intervento sarà rappresentato dall'asportazione completa della neoplasia: la radicalità dell'exeresi rappresenta infatti l'obiettivo principale della chirurgia dal momento che ogni caso di tumore fibroso solitario deve essere considerato potenzialmente maligno [1].

La chirurgia videotoroscopica può essere indicata in relazione alle *dimensioni* della neoplasia ed al *tipo di intervento* da effettuare.

L'accesso totalmente videoendoscopico consente la resezione di neoplasie di dimensioni inferiori a 5cm, poiché, se maggiori, può essere necessario eseguire una minitoracotomia videoassistita per poter estrarre il pezzo operatorio. Nei casi di dimensioni ragguardevoli è invece indicata la toracotomia.

Riguardo al tipo di intervento questo è rappresentato, nelle *lesioni peduncolate*, da una resezione polmonare a cuneo o tangenziale nelle forme a partenza dalla pleura viscerale (Fig. 1), o una asportazione comprendente la base di impianto in quelle che originano dalla pleura parietale [2].



**Fig. 1.** Tumore fibroso solitario pedunculato a partenza dalla pleura viscerale del lobo superiore sinistro. Resezione tangenziale sulla base di impianto con Endostapler

Nelle *lesioni sessili* le forme a partenza dalla pleura parietale, se dimensionalmente contenute, possono giovare di un intervento di asportazione con ampia dissezione pleurica.

Nelle lesioni di dimensioni maggiori viene indicata la resezione estesa con dissezione pleurica in minitoracotomia videoassistita o in toracotomia o anche, in presenza di una chiara infiltrazione neoplastica, la resezione "en bloc" delle strutture adiacenti alla neoplasia (parete toracica, pericardio, emidiaframma).

Nelle forme a partenza dalla pleura viscerale e con estensione intraparenchimale (inverted fibroma), la segmentectomia atipica polmonare o anche la lobectomia in chirurgia "open" risultano mandatorie [1, 2].

A paziente in decubito laterale gli accessi toracoscopici saranno scelti secondo la triangolazione classica: a livello del VI-VII spazio intercostale sulla linea ascellare media (ottica) ed a livello del III-IV spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore e posteriore (strumenti). Naturalmente la disposizione delle porte potrà subire variazioni in ragione della sede della neoplasia.

In videotoroscopia l'estrazione corretta del pezzo di exeresi va eseguita con l'ausilio di un *endobag* per evitare il rischio, già documentato, di insembramento di cellule maligne a livello delle porte toracoscopiche [3]. In tutti i casi infine, i margini di resezione vanno sempre esaminati all'esame istopatologico estemporaneo per confermare la radicalità dell'exeresi [1-3].

Le altre forme di tumori benigni della pleura, peraltro piuttosto rare, possono giovare quasi sempre dell'asportazione in videotoroscopia.

Sono solitamente neoplasie a partenza dalla pleura parietale, il più delle volte sessili, che rendono necessaria un'asportazione con dissezione pleurica [4].

In qualche raro caso le dimensioni voluminose della neoplasia richiedono un approccio convenzionale in toracotomia [5].

## Tumori maligni primitivi

In corso di neoplasie pleuriche primitive la presenza di un versamento pleurico concomitante non è sempre la regola. In qualche caso la neoplasia si rivela come un nodulo, una massa, un inspessimento pleurico senza versamento consensuale. Il mesotelioma pleurico maligno (MPM) è la neoplasia maligna di gran lunga più frequente. Molto più rari risultano gli istotipi delle linee linfoproliferative e mesenchimali.

In corso di MPM, la causa principale di morte è rappresentata da un inadeguato controllo endopleurico, sebbene metastasi a distanza si possano verificare negli stadi avanzati. La crescita della neoplasia e la presenza di un versamento pleurico di accompagnamento determinano una progressiva compressione polmonare che porta ad una ingravescente insufficienza respiratoria. Risulta quindi fondamentale che il trattamento sia focalizzato ad un controllo locale della progressione neoplastica [6].

Gli interventi di pleurectomia radicale/decorticazione e di pneumonectomia extrapleurica sono, per pazienti rigidamente selezionati ed agli stadi Ia, Ib, II, III, l'opzione chirurgica più efficace, specie se fa parte di un programma multimodale che preveda chemio e/o radioterapia, potendo garantire una resezione radicale (R0) [7]. Entrambi gli interventi vengono tuttavia eseguiti con approccio convenzionale in toracotomia.

La chirurgia videoassistita può rivestire un ruolo importante in corso di MPM in due eventualità:

- nella diagnosi
- nel trattamento palliativo

La diagnosi di MPM in videotoroscopia risulta agevole. La biopsia pleurica mirata sotto il controllo della vista garantisce un'accuratezza diagnostica che può raggiungere anche il 100% dei casi con rischio operatorio contenuto ed ottima tolleranza da parte del paziente.

Risultati meno brillanti si raggiungono con l'esame citologico del liquido pleurico da toracentesi e con le biopsie pleuriche eco e TAC guidate [8, 9].

Il trattamento palliativo può comprendere le seguenti opzioni:

*Pleurectomia parziale con mobilizzazione del polmone*

*Induzione di pleurodesi chimica*

*Ipertermo-chemioterapia locale*

1. La pleurectomia parziale consente di asportare in parte la neoplasia (*chirurgia citoreducente o debulking*) e non garantisce una resezione radicale (R1 o R2); permette tuttavia di ottenere ampi campioni di tessuto in caso di diagnosi incerta e di produrre un'efficace pleurodesi.

L'approccio mininvasivo giustifica questa indicazione essendo controindicata la toracotomia per un intervento che abbia finalità palliative.

La pleurectomia parziale:

- migliora le condizioni respiratorie del paziente grazie alla scomparsa del versamento pleurico,
- riduce per il medesimo motivo la perdita di proteine e lo stato ipercatabolico,
- controlla il dolore grazie alla decompressione dei nervi intercostali [9-12].

Le indicazioni alla pleurectomia parziale sono rappresentate da MSM allo stadio IV, considerati

non radicalmente resecabili, nei quali l'estesa invasione della parete e delle strutture ed organi endotoracici, la presenza di N3 o di metastasi a distanza lasciano spazio solo ad una chirurgia di palliazione [7, 13]. In caso di incompleta riespansione il polmone dovrà essere mobilizzato attraverso un'accurata pleurolisi estesa anche alle scissure e, se necessario, eseguendo una decorticazione parziale [9].

La pleurectomia parziale si effettua utilizzando tre porte toracoscopiche, posizionate solitamente in sedi standardizzate ma a volte scelte sulla guida del quadro TAC (Fig. 2).

A paziente in decubito laterale si effettua la prima porta al V°-VI° spazio intercostale sulla linea ascellare media. Le rimanenti porte toracoscopiche vengono scelte sotto il controllo della vista (IV e V spazio intercostale sulle linee ascellare anteriore e posteriore rispettivamente). Si utilizza un'ottica da 10 mm a 25-45°.

Dopo aver evacuato il versamento pleurico eventualmente presente si esamina accuratamente il cavo e si controlla il grado di espansibilità del polmone invitando l'anestesista alla ventilazione bipolmonare. Si effettua, se necessario, la pleurolisi, lo sbrigliamento con apertura di raccolte saccate e la toilette di aree di organizzazione fibrinosa, eventualmente la decorticazione parziale fino al rag-

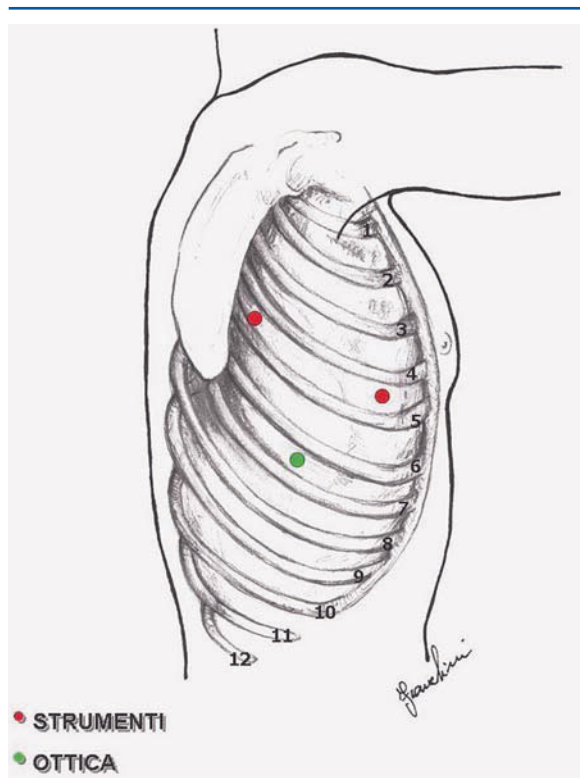


Fig. 2. Pleurectomia parziale. Accessi videotoracoscopici

giungimento di una accettabile mobilitazione del polmone. Se quest'ultima non risulta soddisfacente si desiste dall'intervento di pleurectomia non essendo le condizioni anatomiche per garantire una pleurodesi efficace.

La pleurectomia parziale si esegue con una tecnica grosso modo analoga a quella utilizzata in corso di pneumotorace spontaneo. Col dito esploratore attraverso la porta endoscopica anteriore, si cerca il piano di clivaggio extrapleurico e si scolla direttamente la pleura parietale (Fig. 3). Quando la sede dello scollamento non è più raggiungibile col dito, ci si aiuta con una pinza emostatica lunga di Pean che, con un movimento a spazzola e procedendo verso l'apice, solleva gradualmente la pleura parietale distaccandola dalla fascia endotoracica (Fig. 4).

Identica manovra si eseguirà partendo dalla porta posteriore. Solo la pleura parietale costale sarà in-

teressata dallo scollamento mentre verranno risparmiata quella mediastinica e diaframmatica. Successivamente si inciderà con forbici endoscopiche la porzione di pleura costale mobilizzata i cui margini saranno afferrati dalla pinza di Pean che, ruotando su sé stessa, avvolgerà e trazionerà progressivamente la pleura e, con l'aiuto di un tamponcino endoscopico o di un aspiratore-dissettone consentirà il definitivo distacco dalla fascia endotoracica (Fig. 5) [9, 12, 14].

L'entità e l'estensione dello scollamento saranno naturalmente condizionate dal grado di infiltrazione neoplastica dei piani parietali sottopleurici. Nei casi più severi ci si dovrà limitare ad eseguire la pleurectomia nelle sole zone in cui sia possibile ottenere un clivaggio tra la pleura parietale e la fascia endotoracica previa incisione con elettrobisturi ad uncino dell'area di pleura da resecare e successivo scollamento della stessa dalla fascia endotoracica.

Particolare cura dovrà essere dedicata all'emostasi. Verranno infine posizionati due drenaggi nel cavo pleurico (Tab. 4).

Dopo circa 1 mese dall'intervento si eseguirà la radioterapia esterna per scongiurare il rischio di recidiva nelle sedi delle porte toracoscopiche [9]. Le complicanze di questo tipo di intervento sono rappresentate essenzialmente dall'emotorace, dall'ematoma extrapleurico e dalla fuga aerea parenchimale protratta (> 7 giorni) in caso di decorticazione parziale. 2. Un altro intervento palliativo è rappresentato dall'induzione di una pleurodesi chimica.

L'argomento, che verrà trattato in maniera più estesa nel Capitolo 12, merita un breve cenno.

La videotoroscopia consente di eseguire un trattamento endopleurico mirato con instillazione



**Fig. 3.** Mesotelioma pleurico maligno. Pleurectomia parziale. Scollamento digitale della pleura parietale costale



**Fig. 4.** Mesotelioma pleurico maligno. Pleurectomia parziale. Si introduce la pinza di Pean nel piano di clivaggio extrapleurico



**Fig. 5.** Mesotelioma pleurico maligno. Pleurectomia parziale. Si avvolge sulla pinza di Pean la pleura parietale scollando progressivamente dalla fascia endotoracica

**Tabella 4.** Pleurectomia parziale in corso di mesotelioma pleurico maligno. Fasi operatorie

- 1 Introduzione di un trocar da 12mm al V-VI spazio intercostale sulla LAM (ottica - 10mm a 25°/30°)
- 2 Posizionamento di due trocar da 20 mm sotto visione endoscopica al V spazio intercostale sulla LAP ed al IV spazio intercostale sulla LAA (strumenti)
- 3 Evacuazione del versamento
- 4 Esplorazione del cavo pleurico, del polmone e sua mobilizzazione, se necessaria
- 5 Ricerca del clivaggio extrapleurico partendo dalla porta anteriore ed iniziale scollamento digitale della pleura parietale
- 6 Introduzione nello spazio extrapleurico di pinza emostatica di Pean
- 7 Distacco graduale della pleura parietale costale dalla fascia endotoracica
- 8 Analoga procedura si esegue partendo dalla porta posteriore
- 9 Incisione della pleura parietale e suo definitivo distacco trazionandola con la pinza di Pean e con l'ausilio di un tamponcino endoscopico o un endodissettore
- 10 Asportazione della pleura parietale costale
- 11 Emostasi accurata
- 12 Due drenaggi 28F e 32F in cavo pleurico
- 13 Sutura per piani delle porte toracoscopiche

LAA: Linea Ascellare Anteriore

LAM: Linea Ascellare Media

LAP: Linea Ascellare Posteriore

di sostanze sclerosanti. Di queste quella che garantisce i risultati migliori è senz'altro il talco "asbestos free" che, pur non inducendo una pleurodesi ottimale come dopo pleurectomia, garantisce egualmente risultati soddisfacenti.

Il talcaggio del cavo pleurico può essere eseguito utilizzando il tubo toracostomico (talc slurry) o in videotoracosopia (talc poudrage).

Nel primo caso il talco diluito in fisiologica viene instillato alla cieca e produce solitamente una pleurodesi non uniforme, raccolte saccate di liquido, incarceramento polmonare, talcomi.

Nel secondo caso l'approccio videoassistito consente un'ottima esplorazione pleuro-polmonare, la mobilizzazione del polmone, una pleurodesi efficace grazie ad una mirata distribuzione sulle superfici pleuriche del talco utilizzato sotto forma spray.

I risultati sono nettamente migliori rispetto alla pleurodesi indotta attraverso il tubo toracostomico, potendo giungere al 70-85% dei casi di successo.

A fronte di questi risultati lusinghieri sono state descritte complicanze importanti seppur rare come ARDS, polmonite acuta, insufficienza respiratoria [12].

3. Un ultimo intervento palliativo è rappresentato infine dal trattamento di ipertermo-chemioterapia endopleurica VATS-guidata che, utilizzato nei versamenti pleurici maligni metastatici con

discreti risultati [15-17], comincia a trovare indicazione specifica anche in caso di MPM [8], dal momento che è stato già proposto da tempo nel trattamento del mesotelioma maligno a localizzazione peritoneale [18].

Riguardo infine alle altre neoplasie maligne primitive pleuriche, la chirurgia videoassistita riveste un ruolo marginale nel trattamento radicale [19], mentre il più delle volte risulta di grande utilità nella diagnosi o, se presente un versamento pleurico consensuale, nel trattamento palliativo di induzione della pleurodesi [20-24].

## Tumori maligni metastatici



Tra le neoplasie pleuriche metastatiche le forme più frequenti in assoluto sono quelle a partenza polmonare nell'uomo e quelle a partenza mammaria nella donna.

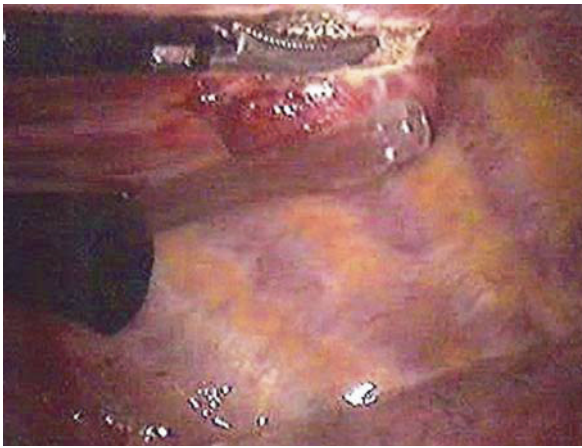
L'infiltrazione neoplastica solitamente interessa la pleura parietale ma a volte anche quella viscerale. Il versamento risulta monolaterale e più raramente bilaterale. In alcuni casi può essere associato anche un interessamento peritoneale.

A questi stadi avanzati la chirurgia videoassistita ha un valore soprattutto nella diagnosi ed in alcuni trattamenti palliativi già precedentemente enunciati, quali l'induzione della pleurodesi per il controllo del versamento pleurico e l'ipertermo-chemioterapia endopleurica.

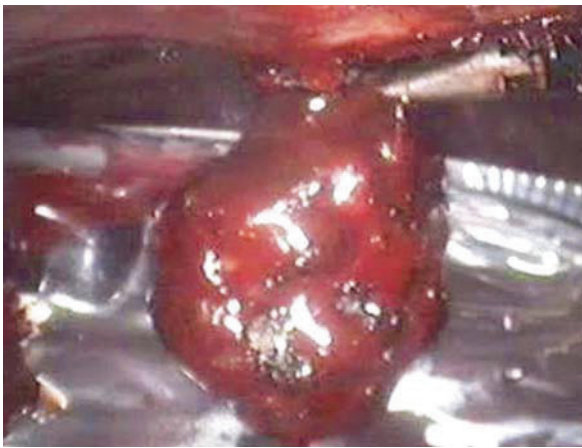
In alcuni casi selezionati in cui la metastasi endopleurica sia unica e mobilizzabile, può essere eseguita un'asportazione con dissezione pleurica ampia alla base della neoplasia. (Figg. 6, 7, 8).



**Fig. 6.** Metastasi unica endopleurica da carcinoma a cellule chiare del rene



**Fig. 7.** Apertura con dissettore endoscopico della pleura parietale alla base d'impianto della neoplasia per consentirne la mobilizzazione



**Fig. 8.** La neoplasia ormai completamente mobilizzata viene raccolta su Endobag ed estratta

## Discussione e conclusioni

La chirurgia toracica videoassistita assume ruoli diversificati in corso di patologia neoplastica della pleura. Il suo impiego può essere indicato a scopo:

- diagnostico,
- terapeutico curativo,
- terapeutico palliativo.

In campo diagnostico la tecnica si presenta indubbiamente sicura ed affidabile. La metodica permette infatti l'esecuzione di prelievi mirati, multipli, in quantità congrua, che le consentono di raggiungere una notevole accuratezza diagnostica, fino al 100% dei casi. L'elevatissimo rendimento le per-

mette di essere risolutiva nella definizione della diagnosi delle neoplasie benigne e maligne, a differenza di altre tecniche quali la ricerca citologica dal liquido da toracentesi e la biopsia pleurica eco e TAC – guidata che forniscono una elevata percentuale di falsi negativi.

L'importanza terapeutica della chirurgia videoassistita va distinta se si considerano i tumori pleurici benigni e maligni.

Nelle neoplasie benigne la resezione videoassistita assume un ruolo curativo con soddisfacenti risultati a distanza.

Solo in alcuni casi, per le considerevoli dimensioni della patologia, si è costretti ad optare per l'intervento in toracotomia.

In corso di tumore fibroso solitario l'intervento resettivo videoassistito risulta risolutivo se eseguito correttamente dal punto di vista oncologico, effettuando l'exeresi in terreno sano con accurata valutazione dei margini di resezione.

Le problematiche della chirurgia curativa nelle neoplasie maligne della pleura sono da mettere in relazione al fatto che in questo campo la chirurgia radicale ha ancora un ruolo ed un utilizzo purtroppo limitati.

In caso di mesotelioma pleurico maligno in pazienti rigidamente selezionati può essere tentato un intervento con caratteri di radicalità (pleurectomia radicale/pneumonectomia extrapleurica), eseguibile solo con tecnica "open" e con risultati a distanza tuttavia non sempre incoraggianti. La scarsità delle casistiche in letteratura, unita alla mancanza di uniformità dei dati del follow-up, non consentono ancora di poter stilare giudizi completi ed attendibili sulla scelta dei migliori protocolli terapeutici da utilizzare. Questi ultimi prendono in considerazione, variamente combinate tra di loro, la chirurgia, la chemioterapia sistemica ed endopleurica, l'ipertermo-chemioterapia, la radioterapia, la terapia fotodinamica endopleurica.

La chirurgia videoassistita può avere valore in questo campo solo per interventi palliativi dove la resezione non è radicale ed è finalizzata alla rimozione di una quota consistente di neoplasia (*chirurgia citoreducitiva o debulking*).

La pleurectomia parziale con mobilizzazione polmonare consente un rallentamento nella progressione della neoplasia e permette una palliazione della dispnea, del dolore, dello stato ipercatabolico. L'intervento consente di aumentare la sopravvivenza [9, 25-27] ma i risultati sono sempre temporanei anche in caso di utilizzo di opzioni terapeutiche multimodali.

La pleurectomia parziale pur essendo tecnicamente più impegnativa del talcaggio in VATS, risulta più efficace di quest'ultimo nel determinare

una pleurodesi e nel raggiungimento degli obiettivi di palliazione desiderati, non essendo oltretutto gravata dagli effetti collaterali che a volte sono indotti dal talco stesso (insufficienza respiratoria, ARDS, allergia al talco, talcoma).

In corso di neoplasie pleuriche metastatiche, se la neoplasia è unica e resecabile, può essere indicato un intervento di asportazione con escissione pleurica alla base della neoplasia e successivo trattamento chemio-radioterapico. La resezione deve essere sufficientemente estesa per garantire un risultato soddisfacente (R0 o R1).

Nell'ambito delle stesse neoplasie metastatiche ed anche in tutte le neoplasie pleuriche primitive la creazione di una pleurodesi chimica e l'ipertermo-chemioterapia VATS-guidate rappresentano opzioni terapeutiche palliative da considerare: la finalità rimane comunque quella di ottenere un temporaneo controllo locale della neoplasia con attenuazione della sintomatologia correlata.

## Bibliografia

- Magdeleinat P, Alifano M, Petino A et al (2002) Solitary fibrous tumor of the pleura: clinical characteristic, surgical treatment and outcome. *Eur J Cardiothorac Surg* 21:1087-1093
- Cardillo G, Facciolo F, Cavazzana A et al (2000) Localized (solitary) fibrous tumor of the pleura: analysis of 55 patients. *Ann Thorac Surg* 70:1808-1812
- Takahama M, Kushibe K, Kawaguchi T et al (2004) Video-assisted thoracoscopic surgery is a promising treatment for solitary fibrous tumor of the pleura. *Chest* 125:1144-1147
- Mochizuki H, Okada T, Yoshizawa H et al (2004) A case of primary pleural leiomyoma. *Nihon Kokyuky Gakkai Zasshi* 42:625-628
- Corbi P, Boufi M, Thierry G et al (1999) Giant pleural lipoma. *Eur J Cardiothorac Surg* 16:249-250
- Lee TT, Everett DL, Shu HKG (2002) Radical pleurectomy/decortication and intraoperative radiotherapy followed by conformal radiation with or without chemotherapy for malignant pleural mesothelioma. *J Thorac Cardiovasc Surg* 124:1183-1189
- Giudicelli R (2004) Surgery for malignant pleural mesothelioma. *Rev Pneumol Clin* 60:68-72
- Van Ruth S, Baas P, Zoetmulder FAN (2003) Surgical treatment of malignant pleural mesothelioma. *Chest* 123:551-561
- Grossebner MW, Arifi AA, Goddard M et al (1999) Mesothelioma – VATS biopsy and lung mobilization improves diagnosis and palliation. *Eur J Cardiothorac Surg* 16:619-623
- Martin-Ucar AE, Edwards JG, Rengajaran A et al (2001) Palliative surgical debulking in malignant mesothelioma. Predictors of survival and symptom control. *Eur J Cardiothorac Surg* 20:1117-1121
- Waller DA (2004) Malignant mesothelioma – British surgical strategies. *Lung Cancer* 45:S81-S84
- Waller DA, Morritt GN, Forty J (1995) Video-assisted thoracoscopic pleurectomy In the management of malignant pleural effusions. *Chest* 107:1454-1456
- Travis WD, Brambilla E, Muller-Hermelink HK (2004) W.H.O. classification of tumors. Pathology and Genetics of tumours of the lung, pleura, thymus and heart. IARC Press pp 125-145
- Waller DA, Morritt GN (1999) Video-assisted thoracoscopy in the management of spontaneous pneumothorax. In: Walker WS (ed) Video-assisted thoracic surgery. Isis Medical Media Oxford UK, pp 83-90
- Matsuzaki Y, Edagawa M, Shimizu T et al (2004) Intrapleural hyperthermic perfusion with chemotherapy increases apoptosis in malignant pleuritis. *Ann Thorac Surg* 78:1769-1773
- Watanabe S, Sakasegawa K, Shimokawa S et al (2002) Intrapleural perfusion hyperthermo-chemotherapy under video-assisted thoracoscopic surgery for malignant pleural dissemination: a case report. *Anticancer Res* 22:3781-3783
- Yellin A, Simansky DA, Paley M et al (2001) Hyperthermic pleural perfusion with cisplatin: early clinical experience. *Cancer* 92:2197-2203
- Loggie BW, Fleming RA, McQuellon RP et al (2001) Prospective trial for the treatment of malignant peritoneal mesothelioma *Am Surg* 67:999-1003
- Takahama M, Kushibe K, Michitaka K et al (2004) Resection of primary pleural pedunculated hemangiopericytoma. *Ann Thorac Surg* 77:2210-2213
- Ahmad H, Pawadw J, Falk S et al (2003) Primary pleural lymphomas. *Thorax* 58:908-909
- Crotty EJ, McAdams HP, Erasmus JJ et al (2000) Epithelioid hemangioendothelioma of the pleura: clinical and radiologic features. *AJR* 175:1545-1549
- Hirai S, Hamanaka Y, Mitsui N et al (2004) Primary malignant lymphoma arising in the pleura without preceding long-standing pyothorax. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 10:297-300
- Mizunoe S, Kawano H, Morinaga R et al (2001) A case of primary leiomyosarcoma. *Nihon Kokyuky Gakkai Zasshi* 39:770-774
- Pinet C, Magnan A, Garbe L et al (1999) Aggressive form of pleural epithelioid haemangioendothelioma: complete response after chemotherapy. *Eur Respir J* 14:237-238
- Pass HJ, Temek BK, Kranda K et al (1998) Preoperative tumor volume is associated with outcome in malignant pleural mesothelioma. *J Thorac Cardiovasc Surg* 115:310-318
- Rusch V, Venkatraman E (1996) The importance of surgical staging in the treatment of malignant pleural mesothelioma. *J Thorac Cardiovasc Surg* 111:815-826
- Halstead JC, Lim E, Venkateswaran RM et al (2005) Improved survival with VATS pleurectomy-decortication in advanced malignant mesothelioma. *Eur J Surg Oncol* 31:314-320

## Premesse

L'empiema pleurico consiste nella raccolta di materiale purulento all'interno della cavità pleurica. Ippocrate (Fig. 1) fu il primo a descriverne i sintomi ed i segni quali febbre settica, dolore toracico, tosse produttiva ed il decorso spesso infausto, così come fu il primo a tentare un trattamento mediante una rudimentale "open thoracostomy" [1]. Tale procedura rimase la sola ed unica opzione terapeutica in questa patologia fino al XIX° secolo quando venne descritta, ma non adottata immediatamente, la procedura del drenaggio toracico chiuso. Questa tecnica divenne ampiamente utilizzata durante l'epidemia d'influenza del 1917-1919 quando il drenaggio toracico aperto era funestato da una mortalità superiore al 70% [2]. Tale mortalità era probabilmente dovuta all'insufficienza respiratoria prodotta dall'esteso pneumotorace che si creava con il drenaggio toracico aperto, in particolare nelle infezioni da *Streptococcus Haemolyticus* che producendo streptokinasi riduce la formazio-

ne di aderenze pleuriche. L'utilizzo del drenaggio toracico chiuso con completa evacuazione del pus ed oblitterazione dello spazio pleurico, associato ad un supporto nutrizionale adeguato, ridusse la mortalità al 3.4% negli stadi tardivi dell'epidemia [2]. Agli inizi del XX° secolo, con l'introduzione di nuove tecniche chirurgiche toraciche (decorticazione pleurica e toracoplastica) ed anestesilogiche, la chirurgia dell'empiema ebbe una progressiva impennata, così come l'avvento dell'antibioticoterapia rappresentò un momento fondamentale nel trattamento non invasivo di questa patologia. Si è assistito, da un lato, ad una rapida caduta dell'incidenza dell'empiema pleurico, ma dall'altro ad un incremento percentuale di infezioni da germi anaerobi od antibiotico-resistenti che necessitavano comunque di trattamento chirurgico adiuvante. A tal proposito la nascita della chirurgia mininvasiva ha rappresentato un passo avanti nella cura di alcune forme di empiema, permettendo il trattamento dei casi resistenti alla terapia antibiotica o di pazienti critici con minimo discomfort e rapida risoluzione della patologia.

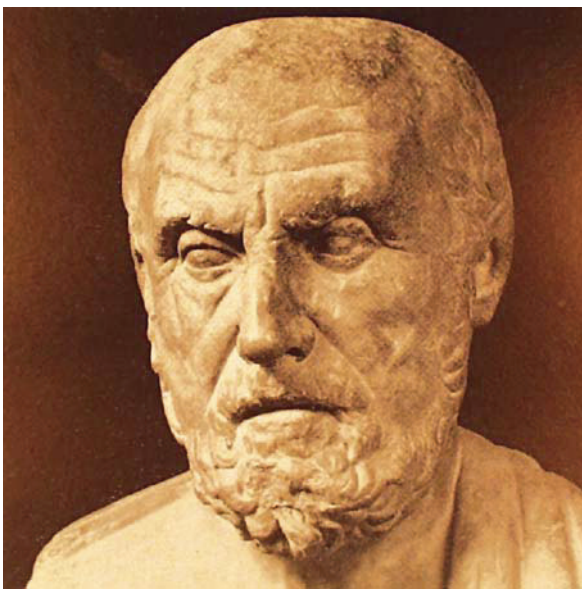


Fig. 1. Busto di Ippocrate (circa 440-377 a. C.)

## Eziologia, patogenesi, fisiopatologia, clinica

La maggior parte degli empiemi sono il risultato di una suppurazione avvenuta in altri organi contigui alla superficie pleurica. Tra questi il polmone è il più frequente, potendo determinare la contaminazione pleurica per contiguità, per via linfatica o direttamente con passaggio di batteri attraverso la pleura viscerale. Nel 50-60% degli empiemi sono presenti patologie polmonari infettive a cui spesso si associano fattori favorevoli l'insorgenza dell'infezione quali l'alcolismo, le malattie croniche polmonari, gli esiti inattivi di tubercolosi, il diabete o la terapia corticosteroidica prolungata [3, 4]. Attualmente i pazienti tossicodipendenti o immunodepressi rappresentano i soggetti a maggiore rischio di infezioni polmonari e successiva contaminazione pleurica, con infezioni che frequentemente so-

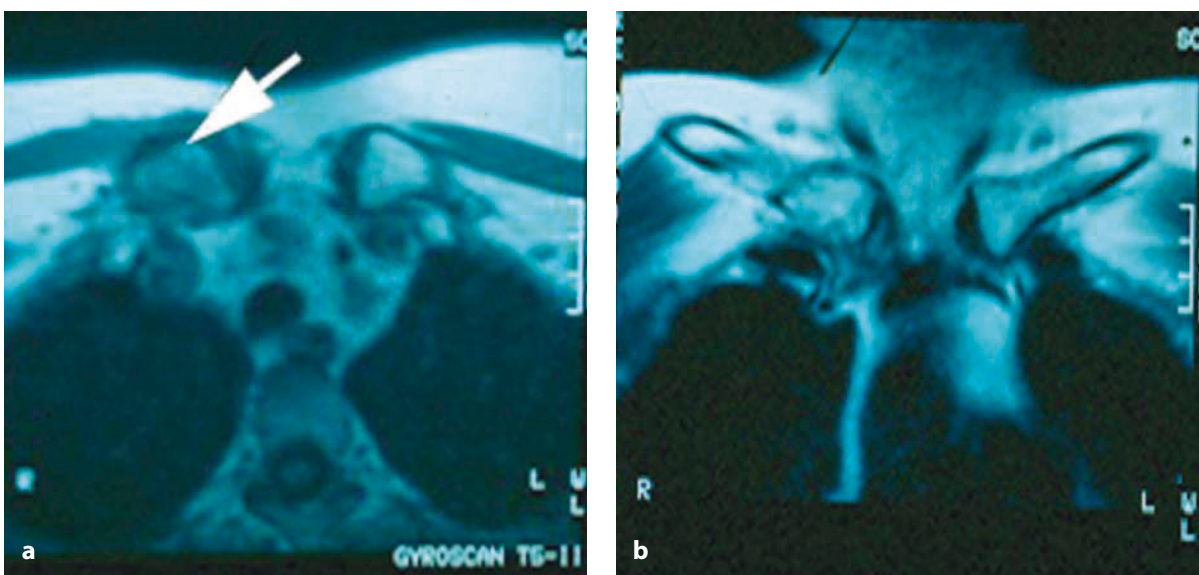
no polimicrobiche e ad alto rischio di morbilità e mortalità [5].

L'arrivo dei germi nel cavo pleurico può essere anche diretto. I traumi penetranti del torace presentano un'elevata insorgenza di empiema (35%), determinata dalla contaminazione dei corpi estranei penetrati [6, 7], a differenza di quelli chiusi in cui l'incidenza è pari all'1.6%. Fattore predisponente sembra essere l'emotorace non adeguatamente trattato, un'infezione del parenchima polmonare adiacente o la presenza di un pneumotorace concomitante [8]. Procedure chirurgiche minori e maggiori (toracentesi ripetute, biopsie transtoraciche, drenaggio toracico, chirurgia resettiva bronchiale od esofagea) possono comportare l'insorgenza di empiema pleurico per diretta inoculazione dei germi in cavità. Vi sono anche casi, seppur rari, di insorgenza di empiema pleurico da diffusione linfatica od ematica da organi lontani (setticopiemie, gangrene, tifliti) che comportano un aggravamento delle condizioni generali del paziente e sono di difficile trattamento e spesso letali [5]. Fonti di contaminazione pleurica meno frequenti devono essere ricercate quando la causa dell'empiema appare oscura. Tra queste annoveriamo la perforazione o rottura dell'esofago, spontanea o traumatica, le ernie diaframmatiche acute con strangolamento o necrosi di visceri intestinali, la perforazione delle vie aeree per aspirazione di un corpo estraneo, le infezioni dello spazio cervicale posteriore profondo del collo, le infezioni del-

la parete toracica, dell'articolazione sterno-clavicolare (Fig. 2) o della colonna vertebrale dorsale, gli ascessi subfrenici, paracolicci, amebici epatici e gli aspergillomi in caso di erosione transdiaframmatica. [9-11].

Nell'era pre-antibiotica i germi responsabili della maggior parte degli empiemi erano i pneumococchi e lo *Streptococcus pneumoniae*, spesso associati ad una patologia tubercolare sottostante. L'evoluzione della terapia antibiotica ed antitubercolare ha comportato una riduzione marcata nell'incidenza e nella mortalità di questa patologia, ma ha determinato anche un cambiamento dello spettro degli agenti responsabili. I germi maggiormente isolati negli ultimi decenni sono risultati essere lo *Staphylococcus aureus* (dal 29% al 69% dei casi) ed i germi enterici (dal 29% al 60% dei casi) [5, 12]. In particolare, attualmente si riscontrano spesso infezioni polimicrobiche composte anche da 3 o più germi. Dal punto di vista morfologico la raccolta empiematosa può presentarsi circoscritta (saccata) o diffusa quando interessa l'intera cavità. L'American Thoracic Society [13] ha codificato la formazione dell'empiema in tre stadi distinti, indicativi della progressione della malattia nel cavo pleurico e il cui corretto riconoscimento diventa determinante per la scelta del trattamento terapeutico più adeguato (Tab. 1).

La sintomatologia dell'empiema può essere sfumata e sovrapporsi alla sintomatologia causale, rendendo la diagnosi facile nelle forme post-trauma-



**Fig. 2a, b.** Quadro RMN di infezione dell'articolazione sterno-clavicolare. **a** Proiezione assiale che evidenzia un'area di ipointensità di segnale a carico della testa della clavicola destra con edema dei tessuti circostanti (freccia); coesiste aumento delle dimensioni della capsula articolare sterno-clavicolare. **b** Proiezione coronale con evidente iperintensità del segnale all'interno della cavità articolare in rapporto ad intensi fenomeni flogistici

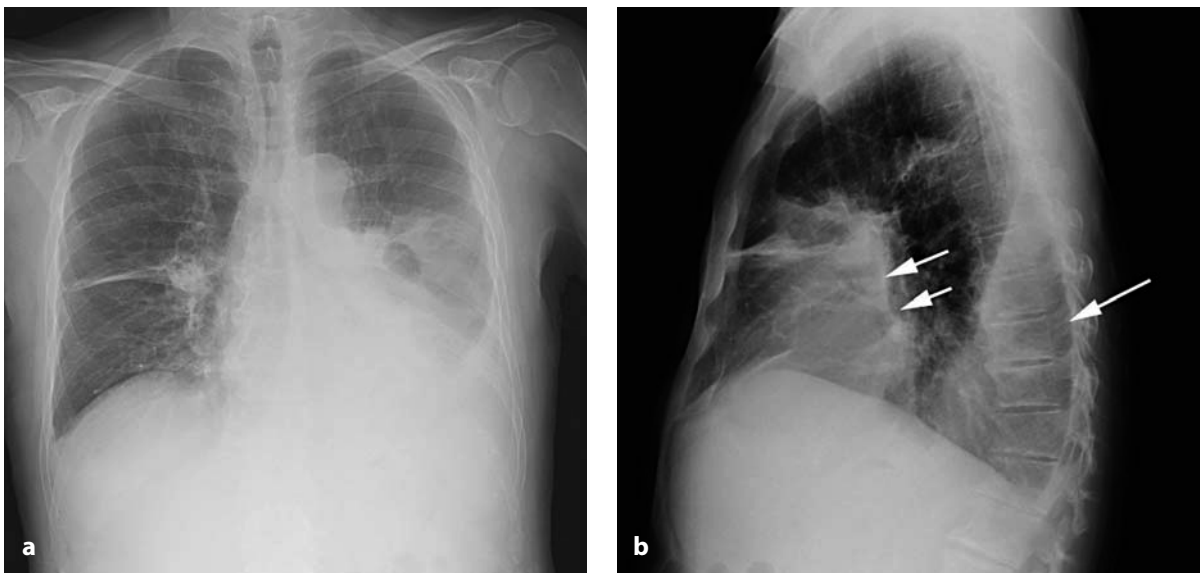
**Tabella 1.** Stadi morfologici dell'empitema (A.T.S., 1962)

Stadio 1	Fase essudativa (acuta) (I° settimana)	Versamento pleurico con scarsa viscosità e cellularità
Stadio 2	Fase fibrino – purulenta (transizionale) (II-III° settimana)	Depositi importanti di fibrina con liquido torbido e purulento
Stadio 3	Fase organizzata (cronica) (>III° settimana)	Proliferazione di fibroblasti e capillari con incarceramento del polmone da parte di fibre collagene

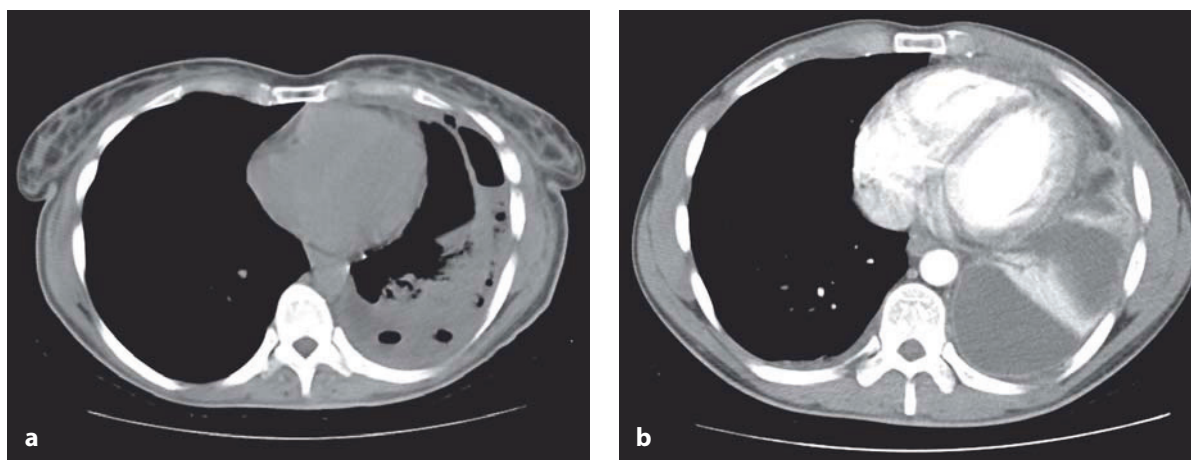
tiche e post-operatorie ma più complessa nei processi suppurativi polmonari. I sintomi possono essere acuti o svilupparsi lentamente anche in diverse settimane. Febbre settica con brivido, dolore toracico, soprattutto iniziale, a volte violento nelle forme da lesione polmonare, tosse e dispnea, perdita di peso ed anoressia sono sintomi caratteristici di tale patologia [14]. L'obiettività toracica evidenzia un'ipomobilità dell'emitorace interessato con ridotto murmure vescicolare e ottusità alla percussione. E' presente leucocitosi. La radiografia del torace eseguita in due proiezioni postero-anteriore e laterale, evidenzia spesso un versamento pleurico cui si può associare un addensamento polmonare (Fig. 3).

La TAC del torace è il primo passo diagnostico fondamentale per una definizione del possibile stadio dell'empitema, permettendo la valutazione dell'entità del versamento, lo spessore dei foglietti pleurici, la presenza di concamerazioni e le eventuali patologie infettive polmonari concomitanti

(Fig. 4). L'ecografia toracica è di ausilio complementare, permettendo la quantificazione della componente liquida dell'empitema e soprattutto risulta efficace nel guidare la toracentesi diagnostica quando non sia possibile evidenziare con sicurezza i reperi anatomici con le tecniche radiologiche convenzionali [15]. La toracentesi diagnostica è il secondo passo importante nella programmazione dell'iter terapeutico, dal momento che ci permette di ottenere un campione di liquido pleurico da sottoporre ad esame chimico-fisico, citologico e batteriologico con eventuale antibiogramma per germi aerobi, anaerobi, virus, miceti e per mycobacterium [16] Anche la semplice valutazione macroscopica del liquido ci fornisce dati fondamentali per le successive procedure terapeutiche. L'aspirazione di un liquido chiaro, sieroso o poco corpuscolato può indurre ad un'attesa terapeutica; un liquido denso, purulento e maleodorante impone invece rapidamente il posizionamento di un drenaggio toracico [5, 13].



**Fig. 3a, b.** Quadro radiografico di empiema metapneumonico. **a** Proiezione postero-anteriore a paziente seduto che evidenzia un discreto versamento pleurico sinistro associato a disomogeneo addensamento parenchimale nel settore medio-basale sinistro. **b** Proiezione latero-laterale che conferma il versamento pleurico disposto posteriormente e che risale a camicia (freccia) e l'addensamento parenchimale medio-basale anteriore (doppia freccia)



**Fig. 4a, b.** Quadro TAC di empiema pleurico sinistro. **a** Scansione assiale che evidenzia la presenza di una disomogenea raccolta pleurica contenente liquido e gas ed atelettasia compressiva del parenchima polmonare contiguo. **b** Scansione assiale di TAC dopo mdc in cui si evidenziano numerose raccolte liquide saccate

L'eventuale successivo trattamento chirurgico, anche in urgenza, richiederà sempre un'accurata valutazione delle riserve cardio-respiratorie del paziente e l'esecuzione di una fibrobroncoscopia per lo studio dell'albero bronchiale e di eventuali patologie bronco-polmonari concomitanti.

## Indicazioni

L'empiema pleurico, se non trattato o trattato inadeguatamente, può presentare numerose complicanze, soprattutto nella fase dell'organizzazione, che possono andare dalla fibrosi polmonare con retrazione della parete toracica e riduzione marcata della capacità polmonare, all'insorgenza di un *empiema necessitatis* o di una fistola bronco-pleurica, fino alla pericolosa diffusione dell'infezione alle strutture contigue (mediastino, pericardio, colonna vertebrale) particolarmente grave e spesso fatale. Il trattamento adeguato è funzione di numerosi fattori: la causa scatenante, lo stadio clinico, le condizioni del polmone sottostante, la presenza od assenza di una fistola broncopleurica ed il performance status del paziente [17].

Tre sono gli obiettivi fondamentali che la terapia si prefigge:

1. il controllo dell'infezione e dell'eventuale focus d'origine con riequilibrio delle condizioni generali;
2. l'evacuazione della raccolta purulenta;
3. la riespansione del polmone ed il ripristino della sua funzione.

Nella fase acuta iniziale (A.T.S. stadio I°, B.T.S. Cat. 1-2) risulta indicata l'adozione di un'adeguata terapia antibiotica inizialmente empirica, poi mirata sulla scorta dell'esame colturale sul liquido pleurico e dell'antibiogramma, di un apporto infusionale e calorico, dell'ossigenoterapia e di quei presidi farmacologici (farmaci cardiocinetici, broncodilatatori, mucolitici) e tecnici necessari (broncoaspirazione, broncoinstillazioni, fisiokinesiterapia respiratoria). Secondo le linee guida della B.T.S. [18] la decisione deve tener conto della qualità e quantità del versamento, della sua batteriologia e del suo pH (Tab. 2). La maggior parte degli Autori considera comunque indicato il posizionamento di uno o più drenaggi toracici di calibro adeguato (24-28 French) come il gold standard nel trattamento dell'empiema acuto in fase precoce, perché permette di evacuare in maniera adeguata il pus e crea la sinfisi tra le due pleure con obliterazione dello spazio e risoluzione della malattia [5, 17, 19] E' tuttora in discussione l'utilizzo di agenti fibrinolitici nella fase di transizione dell'empiema acuto. L'utilizzo della streptokinasi intrapleurica, proposto inizialmente da Tillet [20], sembra ottenere un risultato terapeutico positivo in oltre il 70% dei pazienti con empiema persistente al drenaggio toracico [21, 22], così come l'utilizzo dell'urokinasi, proposto successivamente, [23] ha comportato un successo terapeutico nel 95% dei casi trattati. Sulla scorta di questi successi terapeutici nel 2003, le linee guida per il trattamento delle infezioni pleuriche proposte dalla British Thoracic Society hanno indicato l'urokinasi, alla dose di 100.000 UI in monosomministrazione-

**Tabella 2.** Rischio di insuccesso terapeutico della toracentesi nel paziente con versamento metapneumonico (adattata da Deslauriers, 2000)

Anatomia spazio pleurico	Batteriologia liquido pleurico	Esame chimico-fisico	Categoria	Rischio d'insuccesso	Toracentesi	Drenaggio
Vers. Minimo, libero (< 10 mm nella proiezione laterale)	Sconosciuta	pH sconosciuto	1	Bassissimo	No	No
Vers. Moderato, libero (> 10 mm e < 1/2 emitorace)	Negativa	pH >7.20	2	Basso	Si, anche ripetute	No
Vers. Abbondante, libero, (> 1/2 emitorace, loculato, pleura ispessita)	Positiva	pH < 7.20	3	Moderato	No	Si
	Pus		4	Alto	No	Si

ne per 3 giorni consecutivi come un ottimo adiuvante al drenaggio toracico negli stadi precoci dell'empiema [24].

In tutte le casistiche presentate però vi è una percentuale di pazienti, che varia tra il 36 ed il 65%, in cui la sola terapia medica non permette di risolvere il quadro clinico e che necessita di manovre invasive [5, 25, 26]. Dal 1991, quando Wakabayashi per primo ha proposto l'utilizzo della videotoracosopia nel trattamento degli empiemi acuti pluriconcamerati e resistenti alla terapia conservativa [25] (A.T.S. stadio II°, B.T.S. Cat. 3-4), si è assistito ad una rapida e progressiva evoluzione dell'impiego delle procedure mininvasive, che sono diventate il gold standard terapeutico nei casi di empiema pluriconcamerato persistente, con un tasso di successo terapeutico compreso tra il 60 ed il 100%. [3, 5, 26-28]. Alcuni Autori propongono l'utilizzo immediato dell'approccio videotorascopico al momento della diagnosi di empiema, basando la loro indicazione sulla difficoltà oggettiva di valutare lo stadio effettivo in cui si trova la patologia e sulla possibilità che un ritardato trattamento comporti un viraggio verso la fase organizzata passibile solo di approccio toracotomico [3, 27, 29]. Hollaus e Gossot hanno poi proposto l'utilizzo della videotoracosopia quale alternativa nel trattamento degli empiemi post-pneumectomia senza o con minima fistola bronco-pleurica, dimostrando la fattibilità della procedura e l'efficacia del trattamento [30, 31].

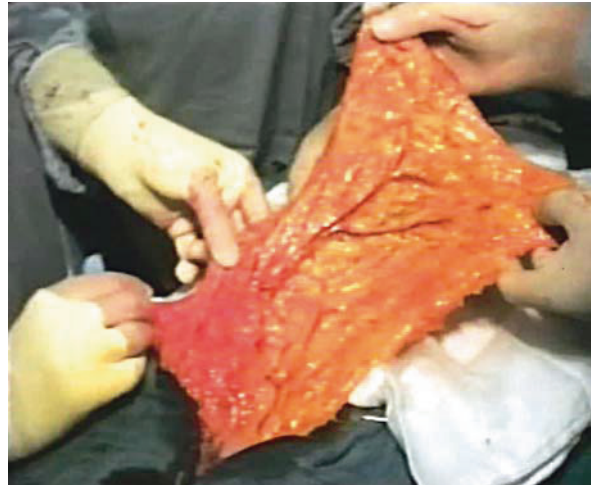
Nella fase cronica (A.T.S. stadio III°) l'unica opzione terapeutica è la decorticazione in toracotomia. [3, 5, 27, 28, 32]. Questo stadio è spesso il risultato di un ritardo diagnostico, di reinfezioni su-

bentranti o di un drenaggio insufficiente durante la fase acuta. Nei pazienti defedati od in condizioni generali fortemente scadute, che non tollererebbero l'insulto toracotomico, Suzuki [33] propone l'utilizzo della videotoracosopia anche in questo stadio avanzato per ottenere la detersione del cavo pleurico e la riduzione della carica infettiva; in alternativa, la toracostomia "open window" potrà essere utile nel provvedere ad un'adeguata toilette dell'empiema (Fig. 5). Tale provvedimento può essere adottato in urgenza e portare ad un ottimo controllo dello stato settico. Nei pazienti in cui permanga un cavo residuo, un'infezione cronica od una fistola bronco-pleurica possono infine essere utilizzati a completamento del trattamento la trasposizione di lembi muscolari pedunculati, dell'omento o diverse procedure di toracoplastica. [34-36] (Figg. 6, 7, 8)

**Fig. 5.** Toracostomia destra confezionata per empiema pleurico cronico



**Fig. 6.** Quadro intraoperatorio con il completo isolamento e preparazione sul peduncolo vascolare dominante dei muscoli gran dorsale e dentato anteriore

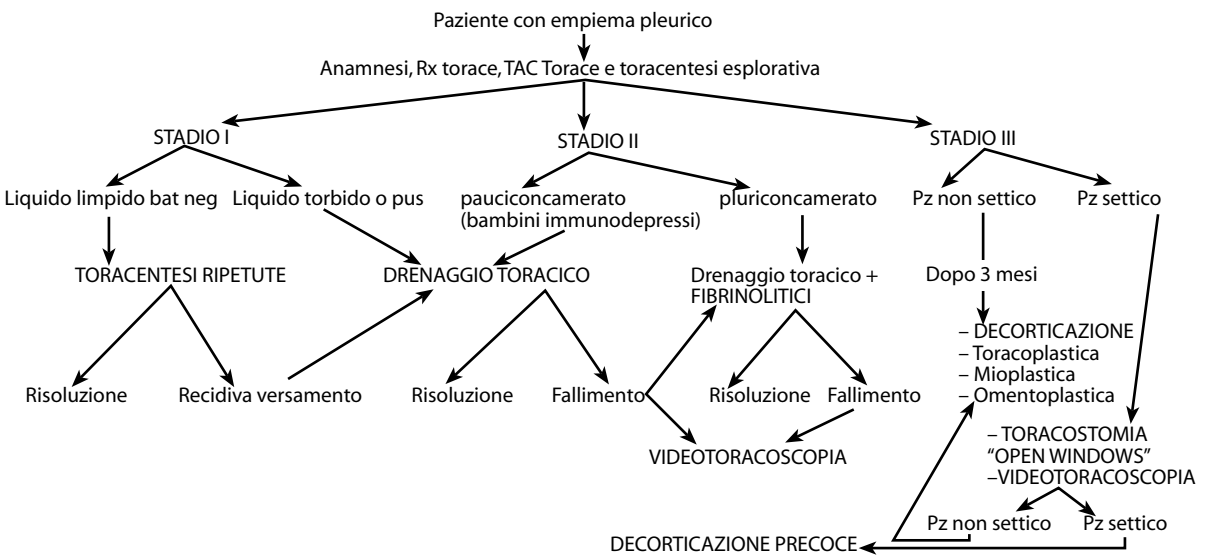


**Fig. 7.** Quadro intraoperatorio di preparazione dell'omento per la omentoplastica

### Accessi e tecnica chirurgica



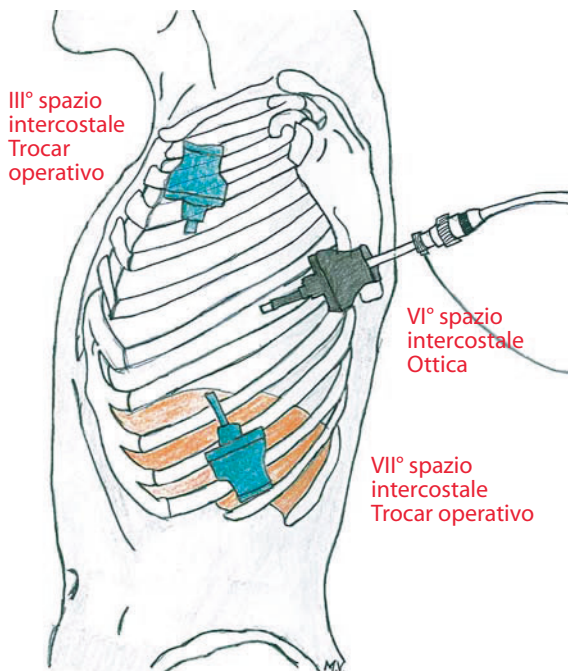
La tecnica chirurgica, la posizione del paziente e gli accessi toracoscopici sono funzione del quadro clinico e morfologico della patologia in atto. Normalmente il paziente, previa intubazione oro-tracheale selettiva con tubo a doppio lume, viene posizionato in decubito laterale con il braccio piegato sul lettino operatorio ed opportunamente flesso mediante spezzatura toracica per permettere una sufficiente divaricazione degli spazi intercostali (Fig. 9). Il campo operatorio viene preparato anche per un eventuale accesso toracotomico. L'operatore si pone sul lato anteriore del paziente, mentre l'aiuto si dispone dal lato opposto (Fig. 10). Il pri-



**Fig. 8.** Algoritmo terapeutico dell'empiema pleurico



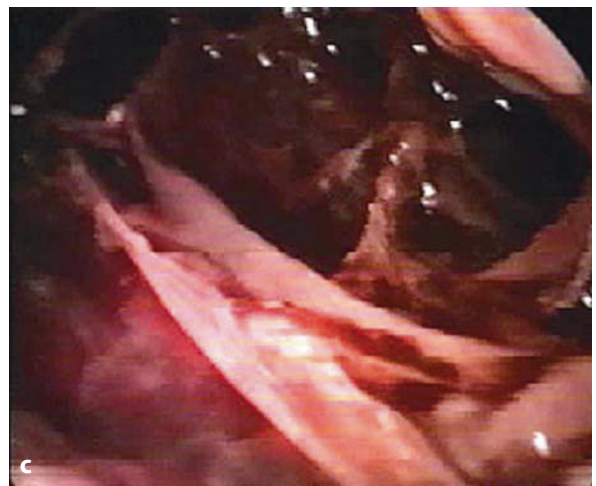
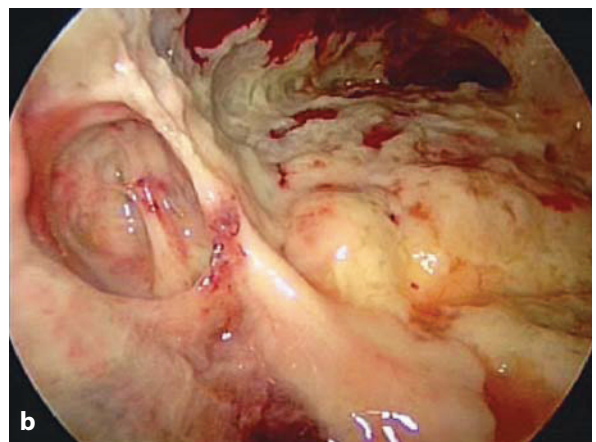
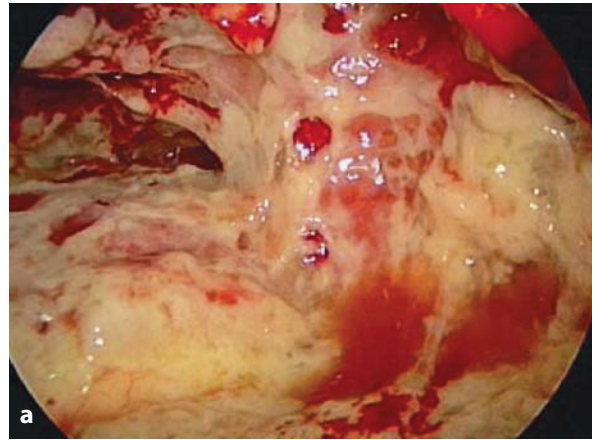
**Fig. 9.** Posizione del paziente sul letto operatorio con braccio flessso. Sono evidenti le possibili sedi di introduzione dei trocars



**Fig. 10.** Schema delle sedi di introduzione dei trocars, di solito posizionati sotto visione al VII°, V-VI° e III-IV° spazio intercostale sulle linee ascellari anteriore, media e posteriore

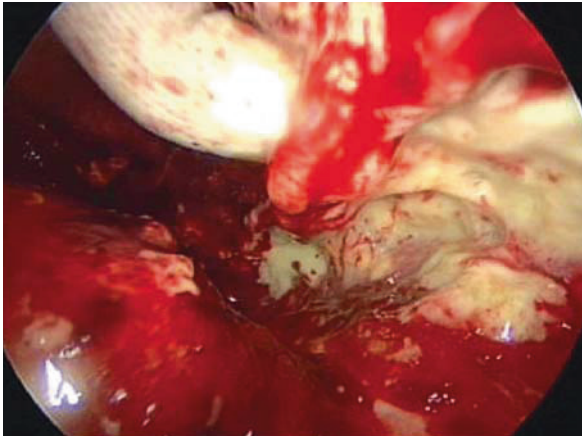
mo port viene posizionato sulla guida del riscontro TAC od ecografico della presenza di liquido pleurico. Dopo aver eseguito una puntura esplorativa a conferma della correttezza della sede scelta, si esegue un'incisione di circa 2 cm e si dissezionano i piani superficiali fino a giungere al piano intercostale e successivamente pleurico, che vengono aperti sotto visione diretta. Una volta confermato con manovra digitale l'accesso alla cavità, si eseguono multipli prelievi del liquido pleurico per esami colturali e citologici e si posiziona il trocar da 10

mm per l'ottica. Si utilizza normalmente un'ottica angolata a 30° che ci permette di valutare meglio la parete toracica e gli angoli costo-diaframmatici (Fig. 11). Può essere utilizzata anche un'ottica a 0° od a 45° che però presentano indubbi svantaggi in



**Fig. 11a-c.** Quadri videotorascopici di empiema pleurico. **a-b** Empiema pleurico saccato. **c** Empiema pleurico pluriconcamerato

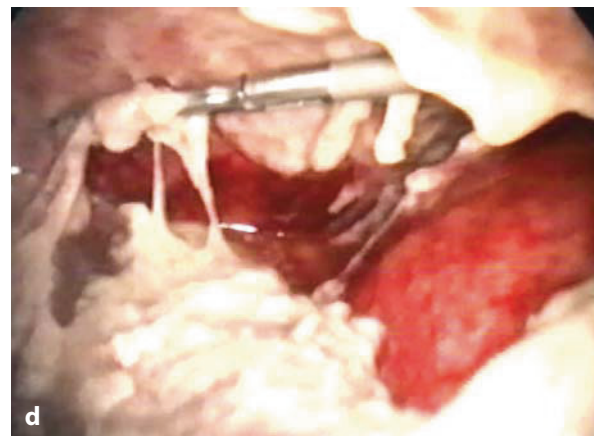
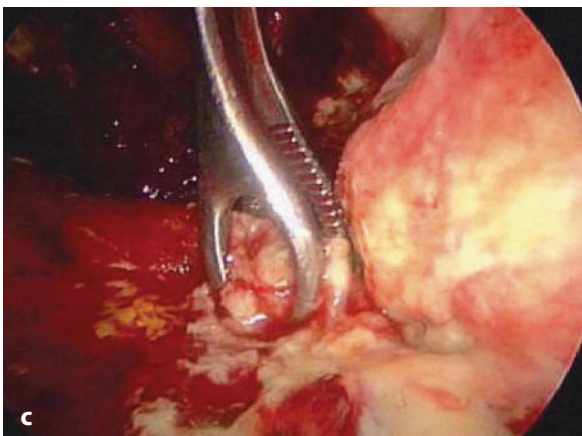
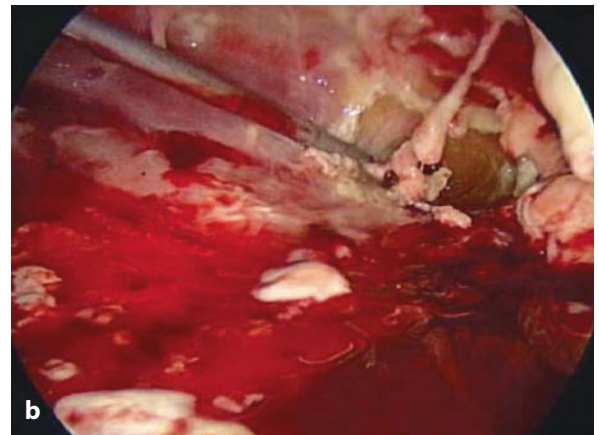
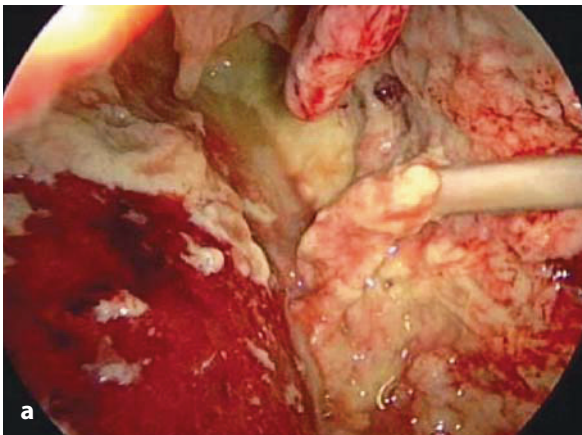
termini di incompleta visione dell'intera cavità pleurica. Sotto visione diretta si cerca una possibile sede d'introduzione del secondo trocar. In generale può essere necessario eseguire una blanda dis-



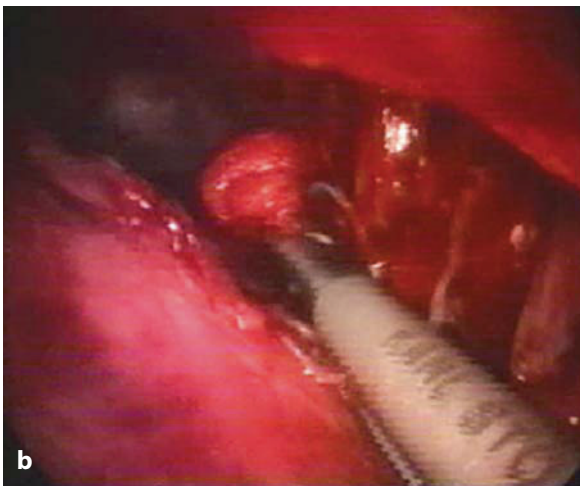
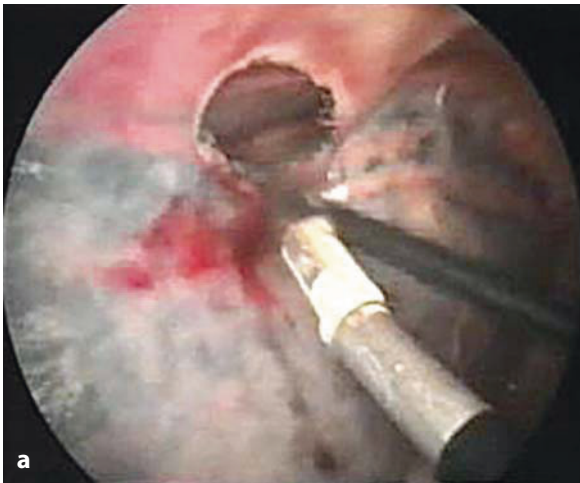
**Fig. 12.** Esplorazione digitale e liberazione parziale dei tralci di fibrina prima dell'introduzione del II° trocar

sezione con tampone montato o digitale delle lacine di fibrina, per liberare la parete toracica e posizionare il trocar od evacuare eventuali loculazioni (Fig. 12). Il secondo trocar, da 10 mm, viene introdotto anteriormente o posteriormente a seconda delle esigenze, in base alla morfologia della cavità empiematosa ed alle aderenze presenti, sempre sotto controllo visivo, al fine di evitare possibili danni al parenchima polmonare o ad altri organi endotoracici. Attraverso questo trocar si introduce un aspiratore per asportare il contenuto pleurico, facilitare lo sbrigliamento delle varie cavità empiematose ed alla fine irrigare il cavo (Fig. 13).

In alcuni casi è necessario introdurre dei tamponi montati per provvedere alla liberazione del parenchima polmonare, avendo cura di non provocare danni parenchimali che esiterebbero, nel postoperatorio, in perdite aeree prolungate (Fig. 14). A volte può essere necessario eseguire un terzo accesso sottoscapolare od anteriore posizionando un trocar da 5 o da 10 mm attraverso cui si possono introdurre pinze da biopsia, forbici, ecc. Una volta eseguita, se possibile, la completa decorticazione



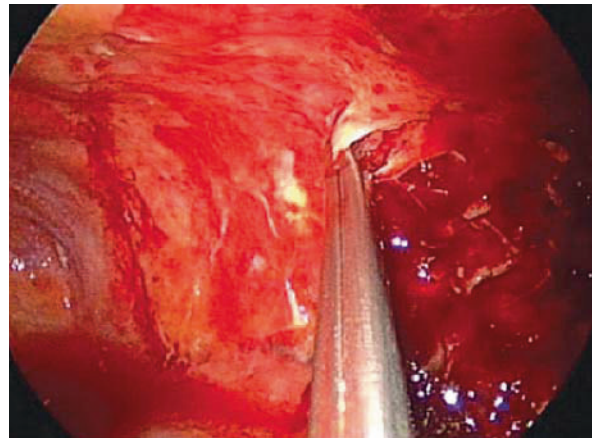
**Fig. 13a-d.** Sbrigliamento e toilette dell'empiema pleurico. **a** Mediante aspiratore tradizionale. **b** Mediante aspiratore endoscopico. **c** Con pinza ad anelli. **d** Con pinza endoscopica



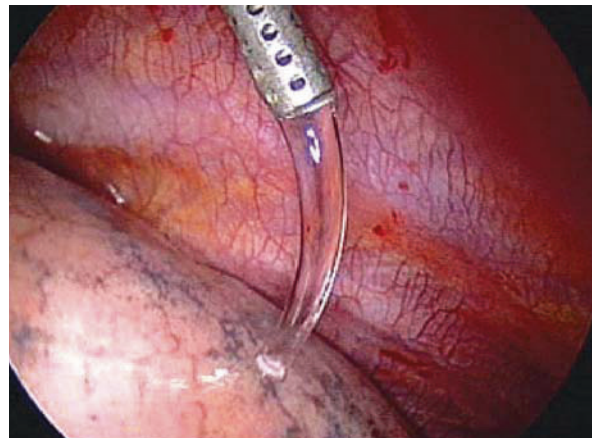
**Fig. 14a, b.** Liberazione delle aderenze pleuro-polmonari. **a** Con forbice endoscopica. **b** Con batuffolo

precoce del parenchima polmonare si procede, se ritenuta utile, alla biopsia della pleura parietale o delle neoformazioni patologiche eventualmente presenti per il riscontro istologico della natura dell'empiema (Fig. 15). Le biopsie pleuriche devono essere ampie e profonde per poter fornire materiale sufficiente ad una diagnosi precisa. La cavità viene quindi irrigata accuratamente con soluzione fisiologica tiepida per valutare il sanguinamento che le manovre di liberazione hanno generato, ed esplorata completamente alla ricerca di ulteriori cavità empiematiche misconosciute (Fig. 16).

Particolare attenzione va riservata alla riespansione polmonare, fondamentale per il buon esito dell'intervento. Il posizionamento sotto visione di 2 o 3 drenaggi toracici tubulari 32 Fr, uno apicale ed uno o due basali, e la sutura dell'eventuale accesso residuo concludono l'intervento. Entrambi i drenaggi vengono infine collegati ad un sistema a



**Fig. 15.** Biopsia della pleura parietale videotoracoscopica dopo la lisi delle aderenze pleuro-polmonari e la toilette dell'empiema

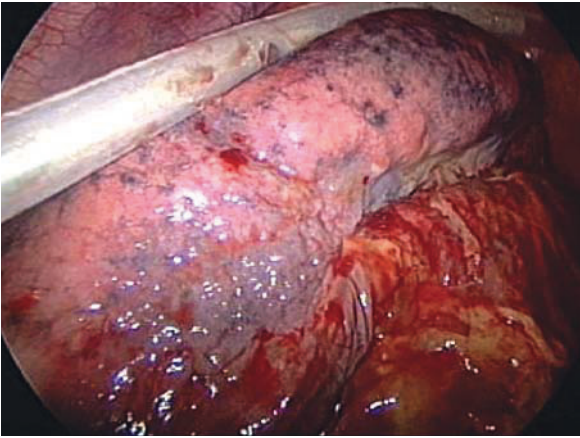


**Fig. 16.** Lavaggio della cavità pleurica con aspiratore-irrigatore endoscopico

valvola d'acqua per la raccolta delle perdite sierose ed aeree con la possibilità di esercitare una pressione aspirativa di  $-20$  cm H<sub>2</sub>O (Fig. 17).

### Empiema pleurico nel bambino

L'empiema pleurico nel bambino insorge quasi sempre a seguito di un processo broncopneumonico, con un'incidenza stimata intorno allo 0.6% dei casi [37]. In era pre-antibiotica tale patologia, causata fondamentalmente da Streptococchi Pneumoniae e Pyogenes e Stafilococco Aureus, era molto più comune e gravata da alta mortalità (19%) [5, 38], anche a causa di fattori concomitanti come la malnutrizione, la scarsa igiene e l'associazione con malat-



**Fig. 17.** Posizionamento dei drenaggi toracici sotto visione

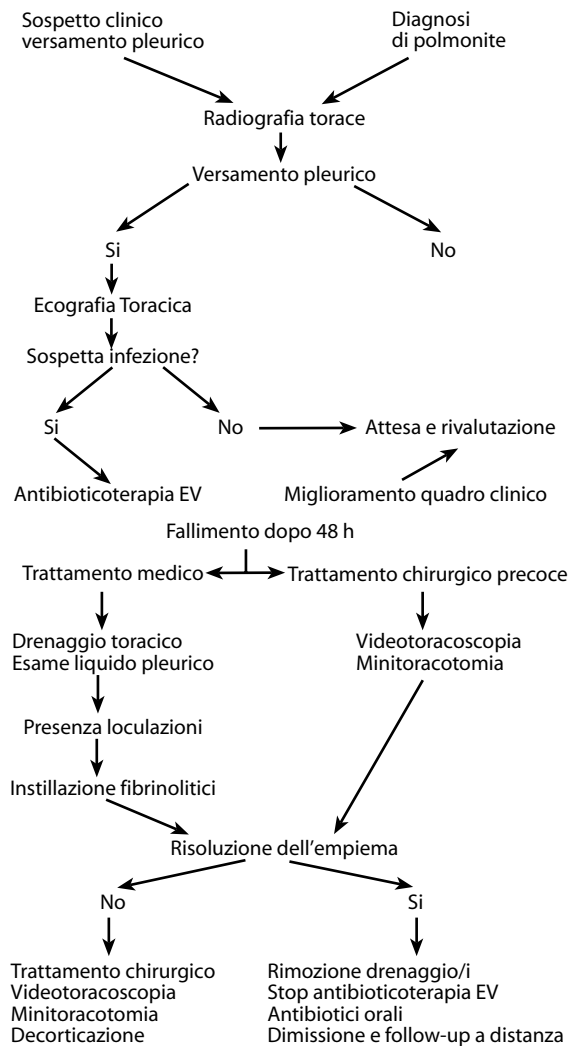
tia tubercolare. Con l'avvento dei sulfamidici e della penicillina l'incidenza si è progressivamente ridotta e contemporaneamente si è verificato un viraggio eziologico verso agenti batterici diversi come lo *Staphylococcus Aureus*, l'*Hemophilus Influenzae* ed i germi anaerobi. L'adozione di penicilline protette e di farmaci antistafilococchi ha nuovamente determinato l'incremento degli empiemi dovuti allo *Streptococco Pneumoniae* [37, 39, 40].

La sintomatologia dell'empiema pleurico nel bambino (febbre, tachicardia, dolore toracico, tachipnea, letargia) ricalca quella del soggetto adulto e si differenzia solamente per la gravità del quadro clinico. Fondamentali risultano, ai fini della corretta diagnosi e del trattamento, una radiografia standard del torace possibilmente in duplice proiezione, un'ecografia del torace per valutare la componente liquida ed indirizzare la toracentesi esplorativa e soprattutto l'esame colturale sul liquido pleurico in corso di toracentesi [18, 37, 40].

Il gold standard del trattamento in età pediatrica costituisce ancora oggi oggetto di acce controversie in letteratura, in particolare per quanto riguarda il tipo ed il timing delle varie opzioni terapeutiche. Il risultato finale dipenderà dallo stadio della malattia, dall'agente eziologico, dalla risposta alla terapia antibiotica e dal grado di interessamento polmonare [18, 40].

Nonostante l'eterogeneità del trattamento, di norma nel bambino la prognosi è buona e la funzionalità respiratoria torna quasi sempre normale. La radiografia del torace è normale dopo tre mesi nel 60-83% dei bambini e raggiunge il 100% dopo 18 mesi. Va sempre adottata una terapia antibiotica, inizialmente empirica, in seguito mirata sulla scorta dell'antibiogramma e l'evacuazione del versamento pleurico mediante toracentesi ripetute o drenaggio

pleurico [18, 40]. Quest'ultima opzione va adottata subito se il bambino non è collaborante e deve essere sottoposto ad anestesia generale anche per eseguire una toracentesi. Alcuni Autori associano al drenaggio pleurico l'utilizzo di agenti fibrinolitici come l'urokinasi (40.000 UI in 40 ml di sol. fisiologica 0.9% nei bambini di età  $\geq 1$  anno; 10.000 UI in 10 ml di sol. fisiologica 0.9% nei bambini di età  $< 1$  anno due volte al giorno per 3 giorni) con risultati positivi nel 85-95% dei casi [18, 41, 42]. Il fallimento della terapia conservativa dopo 48 ore apre le porte al trattamento chirurgico che verte sulla decorticazione pleurica od in videotoroscopia od in minitoracotomia. L'approccio videotoroscopico, per la sua bassa invasività può essere anche preso in considerazione come provvedimento di prima istanza al posto del drenaggio pleurico [37, 43, 44] (Fig. 18).



**Fig. 18.** Algoritmo terapeutico dell'empiema pleurico nel bambino

## Accessi e tecnica chirurgica

L'approccio videotoracoscopico permette di valutare il quadro intratoracico e sbrigliare le concamerazioni, posizionare i drenaggi in maniera efficace e ridurre la degenza ospedaliera, il tutto con scarsa invasività chirurgica, bassa morbilità, rapida ripresa e miglior risultato estetico. Come nell'adulto questa tecnica mininvasiva presenta il limite di poter aggredire solo empiemi in fase acuta.

La procedura viene eseguita in anestesia generale, con il paziente in decubito laterale a polmone escluso o ventilato a seconda dell'età del bambino. Nel secondo caso può essere utile l'insufflazione di CO<sub>2</sub> per creare o migliorare il collasso polmonare. La posizione dei port è condizionata dall'ubicazione dell'empiema. L'ottica può essere a 0° o 30° e viene introdotta attraverso un trocar da 5 mm. Dopo aver aspirato il liquido si esplora la cavità pleurica e si posizionano eventuali altri trocar da 5 mm, ove ve ne sia la necessità. Le aderenze di fibrina vengono separate ed il polmone liberato mediante irrigazione ed aspirazione o con l'utilizzo di tamponi montati su pinze endoscopiche. Al termine della procedura uno o due drenaggi 14 Fr vengono lasciati in sede e collegati ad un sistema a valvola [37, 43, 44].

## Empiema post-chirurgico

Lo sviluppo di un empiema pleurico post-chirurgico è un'evenienza abbastanza frequente, stimata dalle varie casistiche pari al 20% di tutti gli empiemi. Nella maggior parte dei casi rappresenta una complicanza di resezioni polmonari; rara è l'incidenza d'infezione pleurica (8-11%) in pazienti sottoposti a chirurgia addominale, urologica o pelvica [5, 45].

L'empiema post-chirurgico può essere suddiviso in due classi, a seconda della presenza o meno di una resezione polmonare. Negli empiemi conseguenti a chirurgia esofagea o sottodiaframmatica, il trattamento non si discosta da quello dell'empiema non chirurgico, prevedendo la correzione della causa scatenante, un'adeguata terapia antibiotica ed il posizionamento di un drenaggio toracico.

L'empiema post-chirurgico susseguente a resezione polmonare è più frequente del precedente, soprattutto in caso di pneumonectomia (2-15%) e rappresenta, se associato a fistola bronco-pleurica, una complicanza drammatica e gravata da un'elevata mortalità (10-71% dei casi) [32, 46, 47]. Molto meno frequente è l'empiema da fistola bron-

copleurica post-lobectomia o bilobectomia. Fattori determinanti l'insorgenza dell'infezione sono il tipo di patologia preesistente (patologie infiammatorie, micosi e tubercolosi) e la comparsa, precoce o tardiva, di una fistola bronco-pleurica [45, 46]. Il cavo pleurico può essere contaminato al momento della resezione o successivamente, per inadeguato drenaggio della cavità o persistenza di un cavo residuo. L'ipertermia e l'espettorazione di materiale muco-purulento così come la fuoriuscita di materiale corpuscolato dai drenaggi toracici deve far sospettare l'insorgenza di un empiema che potrà essere confermato dalle successive indagini radiologiche [45]. I cardini del trattamento di questa patologia sono il posizionamento di un drenaggio toracico e l'adozione di una terapia antibiotica adeguata. La presenza o meno di una fistola bronco-pleurica gioca un ruolo determinante nel successivo approccio terapeutico. Nell'empiema post-resezionale, in assenza di fistola, la cavità empiematosa, dopo il drenaggio, può essere irrigata con antibiotici e, in caso di persistenza di un cavo residuo, si può eseguire la decorticazione del parenchima con tecnica videotoracoscopica, utilizzando il tramite dei drenaggi per l'introduzione dell'ottica. Tale tecnica non controindica, in caso di insuccesso, di procedere ad un'omentoplastica o ad una mioplastica [19, 34, 36, 45, 46]. Nei casi di empiema post-pneumonectomia senza fistola si può procedere al posizionamento di due drenaggi per l'irrigazione continua del cavo pleurico con soluzione antibiotica (modified Claggett procedure) [45], all'allestimento di una toracostomia "open window" [45, 46] oppure, come proposto da Hollaus e Gossot, ad una videotoracoscopia [30, 31]. In presenza di una fistola bronco-pleurica, nell'empiema post-resezionale, alle procedure di decorticazione del parenchima residuo si può associare la chiusura della fistola con trasposizione di muscolo intercostale peduncolato [5, 45, 46]. Nel paziente affetto da empiema post-pneumonectomia con fistola bronco-pleurica, invece, la procedura da adottare in prima o seconda istanza, dopo il drenaggio toracico, è il confezionamento di una toracostomia "open window" con zaffaggio del cavo per la detersione progressiva dell'empiema, a cui far seguire, in caso di guarigione della fistola, la chiusura della toracostomia secondo la tecnica di Claggett e Geraci [34, 45, 46] (Fig. 19.) Nei casi di persistenza della fistola, si procederà invece ad un intervento di omento o mioplastica associato o meno ad una toracoplastica [36, 45] (Fig. 20). Nei rari casi di empiema da fistola bronco-pleurica post-lobectomia o bilobectomia, può essere indicato un tentativo di chiusura videotoracoscopica della fistola con Tissucol®.



**Fig. 19.** Chiusura di toracostomia destra secondo la tecnica di Clagett e Geraci



**Fig. 20.** Pio-pneumotorace iatrogeno. Quadro videotoracoscopico con evidenza della fistola parenchimale (freccia)

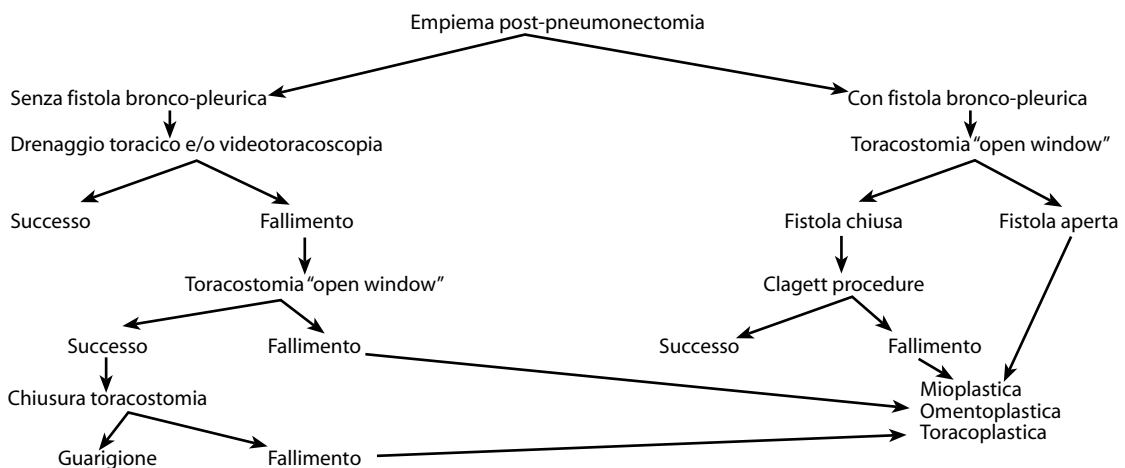
## Accessi e tecnica chirurgica



Il paziente viene ventilato con tubo oro-tracheale normale a lume singolo. Di solito vengono posizionati 2 port, uno da 5 mm ed uno da 10 mm, entrambi abbastanza bassi, di norma a livello del VII spazio intercostale, per ottenere una completa visione della cavità pleurica. Se presenti, possono essere utilizzati i tramite dei drenaggi endopleurici messi a dimora al termine del precedente intervento demolitivo. Si utilizza un'ottica a 30° od a 0° a seconda delle esigenze ed alcuni strumenti quali pinze curve, dissettori, ma soprattutto irrigatori da 5 e 10 mm per ottenere una completa ed accurata toilette della cavità pleurica. La cavità viene in seguito irrigata con soluzione fisiologica per confermare l'assenza della fistola bronchiale e successivamente con soluzione iodata. Uno o 2 drenaggi tubulari da 30 Fr vengono lasciati in sede e collegati ad un sistema di raccolta semplice. Gossot su 11 pazienti trattati con questa procedura, ha ottenuto il 75% di successi terapeutici. La videotoracoscopia per la sua bassa invasività, ed in assenza accertata di fistola, può essere eseguita anche in anestesia loco-regionale. Tale trattamento permette di ripulire sotto visione diretta la cavità pleurica dal pus e dalla fibrina, controllare la sutura bronchiale e posizionare correttamente i drenaggi [30, 31].

## Morbilità e mortalità

L'esecuzione di toracentesi ripetute non presenta nella maggior parte dei casi complicanze di sorta, anche se sono descritti casi di pio-pneumotorace con fistola parenchimale iatrogena (Fig. 21).



**Fig. 21.** Algoritmo terapeutico dell'empiema post-pneumectomia

Il drenaggio toracico di solito è una procedura efficace e priva di rischi, ma se eseguita da operatori non esperti in soggetti obesi od in condizioni non ottimali può comportare complicanze anche gravi [48]. La videotoroscopia, presenta una morbilità variabile dal 3 al 20%. Complicanze post-operatorie frequenti sono le perdite aeree prolungate (> 7 giorni) (30%), il sanguinamento postoperatorio (5%) e gli ematomi della parete toracica nel sito dei trocari (1%) [3, 49, 50].

In Letteratura è presente una percentuale di re-interventi precoci che varia dal 5 al 15%, in gran parte dovuti al downstaging dell'empiema ed alla conseguente mancata riespansione polmonare. La mortalità post-operatoria di tale approccio chirurgico si attesta tra il 2 ed il 9% e nella maggior parte dei casi non è correlata alla procedura ma alle patologie concomitanti od all'immunocompromissione del paziente, così come la conversione toracotomica, che varia dal 10 al 20%, risulta determinata soprattutto dall'insorgenza di complicanze emorragiche intraoperatorie non dominabili con la tecnica mininvasiva o dallo stadio avanzato della patologia [3, 29, 37, 49] (Tab. 3).

## Risultati

Il gold standard terapeutico dell'empiema rimane ancora oggetto di discussione, nonostante i continui progressi nella terapia antibiotica e le nuove opzioni chirurgiche per il drenaggio delle cavità infette. Vi è accordo sul fatto che il trattamento deve comprendere: una adeguata terapia antibiotica, possibilmente mirata sulle indicazioni dell'antibiogramma ottenuto da una toracentesi diagnostica ed il drenaggio della cavità pleurica. Nell'empiema in fase essudativa, se la diagnosi è precoce, il paziente è adeguatamente selezionato sulla base degli esami clinici e strumentali (esami chimici del liquido, TAC, ecografia toracica, ecc.) ed il drenaggio posizionato correttamente, l'associazione trattamento farmacologico e drenaggio del liquido pleurico deve essere considerata l'opzione tera-

peutica di scelta sia nell'adulto che nel bambino. Con tali procedure si ottiene un successo terapeutico nel 40-80% dei pazienti [18, 48]. Si deve considerare però che esistono reports che evidenziano come il tasso d'insuccesso di tali procedure possa raggiungere anche il 40% dei casi [5, 44] ed è proprio in questi pazienti che risulta fondamentale non dilazionare nel tempo l'attesa terapeutica del drenaggio toracico. In questa fase può risultare efficace un trattamento combinato mediante drenaggio ed instillazione endopleurica di fibrinolitici (streptokinasi o urokinasi), che hanno dimostrato di cooperare alla risoluzione della patologia in una percentuale che varia dal 44 al 100% dei casi [22-24, 42, 48]. Maggiormente efficace, in letteratura e secondo l'esperienza degli Autori, in questi pazienti è la videotoroscopia, che risulta essere il gold standard del trattamento dell'empiema pleurico nella fase fibrino-purulenta. La percentuale di successo terapeutico oscilla tra il 70 ed il 100%, con ridotta degenza ospedaliera, minima morbilità e quasi assente mortalità postoperatoria [3, 25, 27-29, 49].

Di fondamentale importanza risulta essere il timing del trattamento videotorascopico. Infatti il procrastinare oltre le 3 settimane dall'insorgenza dell'empiema l'utilizzo della chirurgia mininvasiva comporta in un'elevata percentuale dei casi il fallimento della metodica [3, 25, 28]. Yim addirittura propone di trattare con videotoroscopia tutti i pazienti in cui il drenaggio toracico non abbia portato ad un miglioramento rilevante dell'empiema dopo sole 48 ore dalla sua inserzione [29]. In età pediatrica, nonostante alcune limitazioni determinate dalle difficoltà tecniche della procedura soprattutto in bambini molto piccoli e dalla tendenza a preferire un trattamento conservativo, alcuni Autori propongono l'utilizzo della videotoroscopia quale approccio di prima scelta nel trattamento dell'empiema, con ottimi risultati in termini di successo terapeutico e di ridotta degenza ospedaliera [37, 43, 44]. In quei pazienti in cui la fase fibrino-purulenta ha ceduto il posto alla fase dell'organizzazione con importante ispessimento pleurico e tenaci aderenze, la videotoroscopia comporta delle difficoltà tecniche tali da renderne controindicato l'utilizzo, per il ri-

**Tabella 3.** Risultati, complicanze e mortalità nel trattamento dell'empiema con videotoroscopia

	Successo	Conversioni	Complicanze	Mortalità
Landreneau, 1995	83%	17%	3%	6%
Angelillo, 1996	90%	10%	16%	3%
Wait, 1997	91%	0%	0%	9%
Cassina, 1999	82%	18%	11%	0%
Kouros, 2002	95%	10%	10%	9%
Luh, 2005	87%	21%	20%	2%

schio di provocare danni parenchimali diffusi ed emorragie imponenti. Anche nella fase dell'organizzazione, l'evacuazione dell'empiema deve essere presa in considerazione con carattere d'urgenza nei pazienti settici, in quelli con fistola bronco-pleurica o pleuro-cutanea o nel caso di interessamento di organi contigui. Le opportunità terapeutiche vanno dal drenaggio pleurico classico a quello aperto con resezione costale, dalla videotorascopia alla toracostomia "open window" e zaffaggio del cavo per la detersione progressiva dell'empiema. Risolta la fase acuta si andranno ad adottare interventi risolutivi come la decorticazione, la toracoplastica e la miomentoplastica [34-36].

## Conclusioni

Il trattamento dell'empiema pleurico risulta solo apparentemente ancora controverso ed oggetto di discussione. Vi è infatti un accordo unanime sul fatto che il successo clinico è la risultanza di due capisaldi terapeutici: la terapia antibiotica, possibilmente mirata, e l'evacuazione della raccolta purulenta endopleurica con conseguente riespansione del parenchima polmonare. La determinazione dello stadio di malattia mediante la diagnostica radiologica ed esplorativa toracica è fondamentale nella scelta delle procedure terapeutiche da attuare per ottenere il risultato voluto. Pur considerando che spesso clinicamente e radiologicamente risulta difficile riconoscere lo stadio di un empiema, si può affermare che in fase precoce essudativa la terapia antibiotica mirata e l'utilizzo di procedure parachirurgiche (toracentesi o drenaggio toracico) possono rappresentare, in casi altamente selezionati, il gold standard terapeutico. L'evoluzione dell'empiema verso la fase fibrino-purulenta può essere trattata inizialmente in maniera conservativa con drenaggio + instillazione di fibrinolitici, ma la decorticazione pleurica precoce od empiemectomia, eseguita per via videotorascopica, rappresenta attualmente in questa fase il gold standard per la grande efficacia e la scarsa invasività, adottabile soprattutto in molti pazienti critici, defedati od immunocompromessi che mal sopporterebbero l'insulto chirurgico toracotomico. Al successo terapeutico di tale metodica concorre in maniera determinante il riconoscimento precoce del fallimento delle procedure conservative e l'immediato ricorso alla chirurgia mininvasiva, al fine di impedire l'evoluzione dell'empiema verso la fase di organizzazione. Infine una nuova opportunità terapeutica mininvasiva sembra essere il trattamento vi-

deotorascopico dell'empiema post-pneumectomia senza o con minima fistola bronco-pleurica che tuttavia, per l'esiguità della casistica presentata, necessita di ulteriori conferme. La fase cronica non rappresenta un'indicazione al trattamento videotorascopico, se non quale sicura procedura di drenaggio in urgenza per un fatto settico non altrimenti controllabile, ma necessita di provvedimenti chirurgici maggiori, che riconoscono il gold standard nella decorticazione pleurica per via toracotomica.

## Bibliografia

1. Chadwick J, Mann WN (1950) The medical works of Hippocrates, Charles C. Thomas, Springfield
2. Peters RM (1989) Empyema thoracis: historical perspective. *Ann Thorac Surg* 48:306
3. Luh SP, Chou MC, Wang LS et al (2005) Video-assisted thoracoscopic surgery in the treatment of complicated parapneumonic effusions or empyemas: outcome of 234 patients. *Chest* 127:1427
4. Vianna NJ (1971) Non tuberculous bacterial empyema in patients with and without underlying diseases. *JAMA* 215:69
5. Paris F, Deslauriers J, Calvo V (2002) Empyema and bronchopleural fistula. *Thoracic Surgery* cap 41:1171
6. Thurer RJ, Palatinos GM (1987) Surgical aspects of the pleural space. *Semin Respir Med* 9:98
7. Ilic N (1999) Functional effects of decortication after penetrating war injuries to the chest. *J Thorac Cardiovasc Surg* 111:967
8. Mandal AK, Thadepailli H, Mandal AK et al (1997) Post-traumatic empyema thoracis: a 24-year experience at a major trauma center. *J Trauma* 43:764
9. Baethge BA, Eggerstedt JM, Olash FA (1990) Group F streptococcal empyema from aspiration of a grass inflorescence. *Ann Thorac Surg* 49:319
10. Whitton I (1990) Pleural amebiasis. In: Deslauriers J, Lacquet LK (eds): *International trends in General Thoracic Surgery Vol 6*, Mosby-Year Book, St. Louis
11. Nin Vivo J, Brandolino MU, Pomi JA et al (1990) Hydatid pleural disease. In: Deslauriers J, Lacquet LK (eds) *International trends in General Thoracic Surgery Vol 6*, Mosby-Year Book, St. Louis
12. Bergeron MG (1990) The changing bacterial spectrum and antibiotic choice in thoracic surgery. Surgical management of pleural diseases. In: Deslauriers J, Lacquet LK (eds) *International trends in General Thoracic Surgery Vol 6*, Mosby-Year Book, St. Louis, pp 197-207
13. American Thoracic Society, medical Section of the National Tuberculosis Association (1962) Management of non-tuberculous empyema. *Am Rev resp Dis* 85:935
14. Varkey B, Rose HD, Kersevan-Kutty CP et al (1981) Empyema thoracis during a ten-year period. Analysis of 72 cases and comparison to a previous study (1952 to 1967). *Arch Intern Med* 141:1771
15. Ghaye B, Dodelinger RF (2001) Imaging guided thoracic Interventions. *Eur Respir J* 17:507

16. Porcel JM, Vives M (2003) Etiology and pleural fluid characteristics of Large and massive effusions. *Chest* 124:978
17. Cohen RG, Demeester TR, Lafontaine E (1995) The pleura. In: Sabiston DC, Spencer FC (eds): *Surgery of the chest* 6<sup>th</sup> ed., WB Saunders, Philadelphia
18. Balfour-Lynn IM, Abrahamson E, Cohen G et al (2005) BTS guidelines for the management of pleural infection in children. *Thorax* 60:10-25
19. Folli S, Dell'Amore D, Dente M et al (1994) Il trattamento chirurgico dell'empiema pleurico non tubercolare. Volume monografico supplemento di *Romagna Medica*
20. Tillet WS, Sherry S (1949) The effect in patients of streptococcal fibrinolysin (streptokinase) and streptococcal deoxyribonuclease on fibrinous purulent and sanguineous pleural exudations. *J Clin Invest* 28:173
21. Davies RJO, Traill ZC, Gleeson FV (1997) Randomized controlled trial of intrapleural streptokinase in community acquired pleural infection. *Thorax* 52:416
22. Barthwal MS, Deoskar RB, Rajan KE et al (2004) Intrapleural streptokinase in complicated parapneumonic effusions and empyema. *Indian J Chest Dis Allied Sci* 46:257
23. Bouros D, Schiza S, Patsourakis G et al (1997) Intrapleural streptokinase versus urokinase in the treatment of complicated parapneumonic effusions. A prospective double-blind study. *Am J Resp Crit Care Med* 155:291
24. Davies CWH, Gleeson FV, Davies RJO et al (2003) BTS guidelines for the management of pleural infection. *Thorax* 58(suppl):18
25. Wakabayashi A (1991) Expanded applications of diagnostic and therapeutic thoracoscopy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 102:721
26. Bouros D, Antoniou KM, Chalkiadakis G et al (2002): The role of video-assisted thoracoscopic surgery in the treatment of parapneumonic empyema after the failure of fibrinolytics. *Surg Endosc* 16:151
27. Dell'Amore D, Folli S, Mengozzi M et al (1998) La video-toracoscopia, i nostri primi 258 casi. *Archivio di chirurgia toracica e cardiovascolare* 65-69,
28. Lardinois D, Gock M, Pezzetta E et al (2005) Delayed referral and Gram-negative Organisms Increase the conversion thoracotomy rate in Patients undergoing Video-Assisted Thoracoscopic Surgery for Empyema. *Ann Thorac Surg* 79:1851
29. Yim APC (1999) Paradigm shift in empyema management. *Chest* 115:611
30. Hollaus PH, Lax F, Wurnig PN et al (1998) Videothoracoscopic treatment of postpneumectomy empyema. *J Thorac Cardiovasc Surg* 117:397
31. Gossot D, Stern JB, Galetta D et al (2004) Thoracoscopic management of postpneumectomy empyema. *Ann Thorac Surg* 78:273
32. Thurer RJ (1996) Decortication in thoracic empyema: indications and surgical technique. *Chest Surg Clin North Am* 6:461
33. Suzuki T, Kitami A, Suzuki S et al (2001) Video-assisted thoracoscopic sterilization for exacerbation of chronic empyema thoracis. *Chest* 119:277
34. Dell'Amore D, Folli S, Dente M (1992) Le mioplastiche nel trattamento dell'empiema pleurico cronico post-pneumectomia. *Chirurgia* 98-101
35. Deschamps C, Trastek VF, Arnold PG et al (1990) Surgical approach to chronic empyema: decortication and muscle transposition. In: Deslauriers J, Lacquet LK (eds): *International trends in General Thoracic Surgery* Vol 6, Mosby-Year Book, St. Louis
36. Okumura Y, Takeda S, Asada H et al (2005) Surgical Results for Chronic Empyema Using Omental Pedicled Flap: Long-term Follow-up Study. *Ann Thorac Surg* 79:1857
37. Cohen G, Hjortdal V, Ricci M et al (2003) Primary thoracoscopic treatment of empyema in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 125:79
38. Ravitch MM, Fein R (1961) the changing picture of pneumonia and empyema in infants and children. *JAMA* 175:1039
39. Playfor SD, Smyth AR, Stewart RJ (1997) Increase in incidence of childhood empyema. *Thorax* 52:932
40. Chan PWK, Crawford O, Wallis C et al (2000) Treatment of pleural empyema. *J Paediatr Child Health* 36:375
41. Krishnan S, Amin N, Dozor AJ et al (1997) Urokinase in the management of complicated parapneumonic effusions in children. *Chest* 112:1579
42. Bishop NB, Pon S, Ushay M et al (2003) Alteplase in the treatment of complicated parapneumonic effusion. A case report. *Pediatrics* 111:188
43. Grewal H, Jackson RJ, Wagner CW et al (1999) Early video-assisted thoracic surgery in the management of empyema. *Paediatrics* 103:6
44. Jaffe A, Cohen G (2003) Thoracic empyema. *Arch Dis Child* 88:839
45. Miller JI (1994) Postsurgical empyemas. In: Shields TW (ed) *General Thoracic Surgery* 4<sup>th</sup> ed, Lippincot Williams & Wilkins, Philadelphia. p 694
46. Dell'Amore D, Folli S, Verdecchia GM (1992) La toracotomia nel trattamento dell'empiema pleurico insorto dopo exeresi polmonare. *La chirurgia toracica* 50-55
47. Puskas JD, Matrhisen DJ, Grillo HC et al (1995) Treatment strategies for bronchopleural fistula. *J Thorac Cardiovasc Surg* 109:989
48. Huang HC, Chang HY, Chen CW et al (1999) Predicting factors for outcome of the tube thoracostomy in complicated parapneumonic effusion or empyema. *Chest* 115:751
49. Landreneau RJ, Keenan RJ, Hazelrigg SR et al (1995) Thoracoscopy for empyema and hemothorax. *Chest* 109:18
50. Angelillo Mackinlay TA, Lyons G, Chimondeguy DJ et al (1996) VATS debridement versus thoracotomy in the treatment of loculated postoperative empyema. *Ann Thorac Surg* 61:1626-1630

# TRATTAMENTO VIDEOENDOSCOPICO DEL PNEUMOTORACE

Luca Voltolini, Giuseppe Gotti

## Premesse

Si definisce pneumotorace la presenza di aria nel cavo pleurico [1]. Il pneumotorace viene classificato come spontaneo (non causato da traumi o altri fattori scatenanti), traumatico e iatrogeno [Tab. 1]. Il pneumotorace spontaneo viene a sua volta distinto in primitivo (PSP) quando avviene in soggetti senza malattia polmonare e secondario (PSS) quando rappresenta la complicanza di una malattia polmonare sottostante.

In questo capitolo si parlerà soprattutto del pneumotorace spontaneo, poiché è proprio in questa situazione che la videochirurgia ha portato ad una rivalutazione e ad un cambiamento dell'algoritmo di trattamento.

## Pneumotorace spontaneo primitivo (PSP)

Il PSP ha una incidenza di 7,4-18 casi all'anno per 100.000 abitanti negli uomini e di 1,2-6 casi all'anno per 100.000 abitanti nelle donne [2]. Si manifesta in un'età compresa tra i 10 e i 30 anni, molto raramente dopo i 40 anni.

Sebbene i pazienti che presentano PSP non abbiano una malattia polmonare clinicamente evi-

dente, si pensa che bolle e blebs giochino un ruolo importante nella patogenesi, venendo evidenziate in percentuali che raggiungono il 90% dei pazienti affetti da pneumotorace che vengono sottoposti a chirurgia videotoracoscopica [3]. La patogenesi di tali lesioni bollose in polmoni apparentemente normali non è chiara. Il fumo di sigaretta ha un ruolo importante [4]: il rischio di sviluppare pneumotorace nei giovani fumatori maschi arriva al 12% rispetto allo 0,1% nei maschi non fumatori [5]. I pazienti con PSP mostrano inoltre una statura significativamente più alta dei controlli [6]. Non ci sono invece evidenze di una relazione diretta tra l'attività fisica e l'insorgenza del pneumotorace [2].

Dal punto di vista fisiopatologico un pneumotorace ampio determina una riduzione della capacità vitale e un aumento del gradiente di ossigeno alveolo-capillare con conseguenti vari gradi di ipossiemia. L'ipossiemia si realizza per un basso rapporto ventilazione-perfusione e per la presenza di shunt la cui severità è largamente dipendente dall'estensione del pneumotorace.

Tutti i pazienti affetti da pneumotorace presentano un dolore "pleurico" localizzato all'emitorace interessato, mentre la dispnea è solitamente lieve poiché la funzione polmonare in questi pazienti è nella norma. L'intensità del dolore toracico può variare e viene generalmente descritto come acuto nelle fasi iniziali per divenire poi persistente. I sintomi cessano o si attenuano entro 24 ore dall'esordio indipendentemente dal trattamento e quindi dalla persistenza del pneumotorace. L'esame fisico è negativo nei casi di pneumotorace di piccole dimensioni (< 15%), mentre si evidenzia una riduzione del movimento della parete toracica, del fremito vocale tattile e del murmure vescicolare nei casi di falda aerea più ampia. La tachicardia è spesso presente, ma quando supera i 135 battiti al minuto, specialmente se associata a ipotensione e cianosi, deve far sorgere il sospetto di pneumotorace iperteso. Raramente, il pneumotorace può complicarsi con un emotorace legato alla lacerazione di aderenze pleuro-polmonari.

La diagnosi di PSP è suggerita dalla storia clinica del paziente ed è confermata mediante radio-

**Tabella 1.** Classificazione del pneumotorace

Spontaneo	Primitivo: nessun segno di patologia polmonare coesistente Secondario: complicanza di una patologia polmonare clinicamente evidente
Traumatico	Ferita penetrante del torace Trauma toracico chiuso
Iatrogeno	Agoaspirato trans-toracico Cateterismo venoso centrale Toracentesi o biopsia pleurica Barotrauma

grafia del torace in proiezione postero-anteriore con paziente in ortostatismo.

Una review di undici studi sul PSP in cui i pazienti erano stati trattati con la sola osservazione, aspirazione con ago sottile o drenaggio pleurico, ha evidenziato un'incidenza media di recidive del 30%, con un range che varia dal 16 al 52% [7]. La maggior parte delle recidive si verificano entro i 6 mesi e comunque non oltre i primi due anni dal pneumotorace iniziale [8,9], anche se alcuni studi non confermano questo intervallo [10, 11]. Lo studio dei fattori predittivi di recidiva ha evidenziato come la fibrosi polmonare, l'habitus astenico, l'abitudine al fumo e la giovane età siano fattori di rischio indipendenti [8]. Al contrario, la presenza di bolle o blebs, evidenziate alla TC del torace [12] o con la toracosopia [13] durante la valutazione del pneumotorace al primo episodio, non è correlata ad un aumentato rischio di recidiva e non deve quindi influenzare eventuali decisioni riguardo l'intervento chirurgico o altre strategie di prevenzione delle recidive stesse.

## Pneumotorace spontaneo secondario (PSS)

L'incidenza dello PSS è simile a quella dello PSP con 2-6 casi all'anno per 100.000 abitanti negli uomini e 2 casi per 100.000 nelle donne [14]. Il picco di incidenza è però più tardivo e riflette il picco di incidenza della BPCO nella popolazione generale [15]. L'incidenza di PSS nei pazienti affetti da BPCO è intorno a 26 casi all'anno per 100.000 pazienti.

A differenza del PSP, che presenta sempre un decorso clinico benigno, il PSS rappresenta un evento potenzialmente a rischio di vita, poiché questi pazienti sono sempre affetti da una malattia polmonare primitiva con ridotta riserva cardiorespiratoria. Le cause di PSS sono riportate nella Tabella 2. La causa più frequente è rappresentata dalla BPCO, con una probabilità di sviluppare un pneumotorace che aumenta man mano che la malattia polmonare evolve e peggiora [16].

A causa della malattia polmonare di base, la dispnea è sempre presente e spesso severa, anche in caso di pneumotorace di piccole dimensioni. Il dolore all'emittoce interessato è spesso presente [17]. L'esame obiettivo toracico è reso molto difficile dal fatto che i segni del pneumotorace possono essere mascherati dalla malattia di base e quindi è importante sospettare un pneumotorace quando un paziente affetto da BPCO sviluppa una dispnea improvvisa, specialmente se è accompagnata da dolore ad un emittoce.

**Tabella 2.** Cause di pneumotorace spontaneo secondario

Patologia delle vie aeree
BPCO
Fibrosi cistica
Asma
Infezioni polmonari
Polmonite da Pn. carinii
Polmoniti necrotizzanti (anaerobi, Gram negativi o Staphylococcus spp.)
Interstiziopatie
Sarcoidosi
Fibrosi polmonare idiopatica
Granulomatosi a cellule di Langerhans
Linfangioleiomiomatosi
Sclerosi tuberosa
Patologie connettivali
Artrite reumatoide (piopneumotorace)
Spondilite anchilosante
Polimiosite / Dermatomiosite / Sclerodermia
Sindrome di Marfan
Sindrome di Ehlers-Danlos
Tumori
Neoplasie polmonari
Sarcomi
Endometriosi toracica (pneumotorace catameniale)

I pazienti con PSS presentano spesso un quadro di enfisema bolloso e non è sempre facile distinguere alla radiografia del torace una bolla di enfisema da un pneumotorace. A questo scopo è molto utile la TC del torace, che consente inoltre un bilancio esatto dell'estensione della malattia polmonare [18]. La TC è anche indicata in caso di sospetto di malposizionamento del tubo di drenaggio e quando la presenza di abbondante enfisema sottocutaneo non renda leggibile la radiografia del torace.

L'incidenza di recidiva del PSS è simile a quella del PSP con un range che oscilla dal 39 al 49% [8, 9].

## Opzioni terapeutiche

Gli obiettivi da raggiungere nel trattamento del pneumotorace sono rappresentati dalla chiusura della breccia aerea, dalla completa riespansione polmonare e dalla prevenzione delle recidive, ottenuti con la minore morbilità possibile e al costo più basso.

Le opzioni terapeutiche disponibili sono molte, in particolare per il PSP, e per questo difficilmente confrontabili. Il paziente con PSP non complicato, di piccole dimensioni (< 20%), può essere tenuto

in osservazione ed eventualmente in ossigenoterapia, per facilitare il riassorbimento dell'aria. I pazienti giovani, in buone condizioni generali, qualora siano in grado di raggiungere rapidamente il servizio di emergenza possono essere dimessi dopo 6 ore di osservazione. Quando il pneumotorace è di maggiori dimensioni è necessario procedere all'evacuazione dell'aria dal cavo pleurico, mediante l'aspirazione semplice con catetere da toracentesi oppure mediante il posizionamento di un drenaggio toracico di piccole dimensioni (7-14 French). Se l'aspirazione semplice non riesce ad ottenere la riespansione polmonare, il catetere può essere collegato a valvola di Heimlich o usato come drenaggio toracico collegato a una valvola ad acqua; l'applicazione di routine dell'aspirazione (con una pressione di 20 cm di acqua) non sembra migliorare i risultati ottenuti con drenaggio a caduta [19]. Il drenaggio toracico ha una percentuale di successo del 90% nel trattamento del pneumotorace al I episodio, ma scende al 52% in caso di prima recidiva e al 15% in caso di II recidiva [20].

A differenza del PSP, il PSS deve sempre essere trattato mediante drenaggio toracico, meglio se di grosse dimensioni (24-28 French), collegato a valvola ad acqua ed il paziente deve sempre essere ospedalizzato. L'aspirazione deve essere utilizzata nel caso in cui il polmone non si riespanda, generalmente a causa di una abbondante perdita aerea.

## Indicazioni alla chirurgia

Abitualmente il trattamento chirurgico viene riservato ai casi di recidiva e ai casi in cui il drenaggio fallisce per perdita aerea persistente e/o per mancata riespansione polmonare. Il trattamento chirurgico al primo episodio può essere indicato in situazioni particolari, come in caso di pregresso pneumotorace controlaterale, pneumotorace spontaneo bilaterale, emopneumotorace, pneumotorace in professioni a rischio (avieri, sommozzatori, ecc.) [21-23].

### Perdita aerea persistente

La tempistica ottimale per l'intervento chirurgico in caso di perdita aerea prolungata è controversa. Chee e Coll. ha riportato che il 100% degli PSP e il 79% degli PSS, trattati con drenaggio toracico con perdita aerea prolungata per più di 7 giorni, si risolvono dopo 14 giorni [21]. Altri studi suggeriscono che la maggior parte delle perdite aeree cessano dopo 72 ore e che le perdite aeree che durano

oltre le 72 ore necessitano di un periodo molto prolungato per la loro risoluzione [24]. La disponibilità di una tecnica mininvasiva, con basso livello di morbilità ha portato quasi spontaneamente a cambiare l'atteggiamento di attesa di fronte ad una perdita aerea prolungata [25, 26]. Mentre in passato, in caso di perdita aerea prolungata o mancata riespansione polmonare, si attendeva fino a 10 giorni prima di proporre un intervento chirurgico toracotomico, oggi si può ridurre il periodo di osservazione a 2-3 giorni e procedere quindi all'intervento in VATS che, oltre a risolvere il problema, permette una riduzione complessiva della degenza e quindi dei costi [27].

In caso di PSS diversi Autori [21] considerano indicata la chirurgia dopo due settimane di drenaggio pleurico poiché la malattia polmonare coesistente rende più complesso l'intervento chirurgico, che spesso deve essere eseguito a cielo aperto per la presenza di estese aderenze pleuriche.

Alcuni Autori [25] selezionano i pazienti con perdita aerea prolungata da sottoporre alla chirurgia a seconda della presenza o meno di lesioni bollose alla TC. Tuttavia non c'è alcuna evidenza che la presenza di lesioni bollose sia predittiva di perdita aerea non risolvibile con il solo drenaggio toracico [28].

### Prevenzione delle recidive

Il rischio di recidiva dopo pneumotorace spontaneo al primo episodio varia tra il 20 e il 40%, ma aumenta al 50% o più dopo il secondo episodio e continua ad aumentare dopo ogni episodio successivo [29, 30]. Tradizionalmente la chirurgia veniva consigliata dopo il terzo episodio. L'avvento della VATS ha cambiato anche questo atteggiamento e attualmente la maggior parte degli Autori consiglia la chirurgia al secondo episodio di PSP, pur mantenendo un approccio più conservativo nei casi di PSS, in cui devono essere tenute in grande considerazione le condizioni generali e respiratorie del paziente.

In alternativa alla chirurgia può essere utilizzata, per la prevenzione delle recidive, la pleurodesi chimica.

### Accessi e tecnica chirurgica



L'obiettivo della chirurgia è duplice:

- chiudere la breccia polmonare causa della perdita aerea mediante resezione parenchimale, legatura o affondamento delle bolle o blebs;

- creare una sinfisi pleurica duratura che preven- ga le recidive: per ottenere la pleurodesi si può ef- fettuare la pleurectomia più o meno estesa o la abrasione/causticazione della pleura parietale.

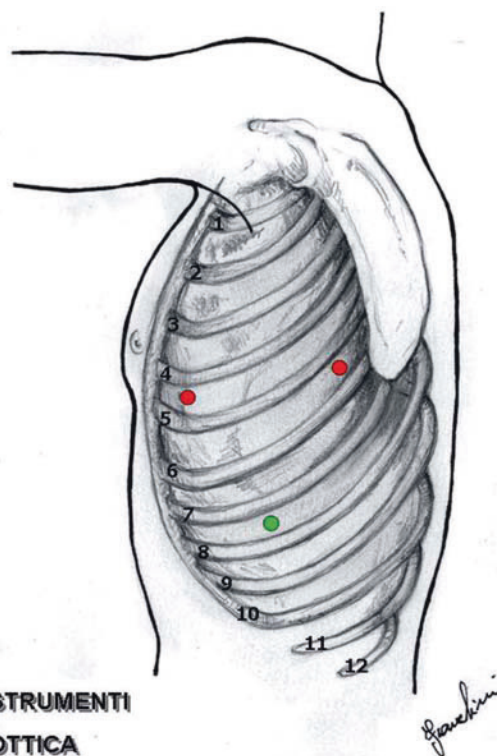
La toracotomia, effettuata con diversi tipi di in- cisione, è stata fino all'inizio degli anni '90 l'ap- proccio chirurgico di scelta. La toracotomia latera- le o posterolaterale offre una visione ottimale di tut- to il cavo pleurico, ma è anche la metodica più invasiva con conseguente dolore postoperatorio im- portante e compromissione della funzione respi- ratoria; per tale motivo talvolta veniva utilizzata la minitoracotomia nel triangolo ascoltorio, ma l'ac- cesso chirurgico più frequente era la toracotomia ascellare, con ingresso nel torace a livello del III o IV spazio intercostale, che consente però una vi- sione limitata alla zona di polmone dove più facil- mente si localizzano le lesioni bollose (apice del lo- bo superiore e segmento apicale del lobo inferiore).

Negli ultimi anni, grazie ai miglioramenti dello strumentario endoscopico, la chirurgia si è sposta- ta sempre più verso un approccio mininvasivo e la VATS rappresenta attualmente l'approccio chirur- gico più usato per il trattamento del PSP [31].

La VATS permette di ottenere una visione del campo operatorio nettamente più ampia rispetto alla minitoracotomia trans-ascellare e consente di eseguire gli stessi atti chirurgici delle procedure a cielo aperto; inoltre, grazie anche all'uso delle en- dosuturatrici per la resezione parenchimale, sono divenuti infrequenti i trattamenti in toracosopia con un solo accesso, come la coagulazione con Nd Yag laser o Argon plasma e il calcaggio pleurico, che conseguono risultati inferiori verosimilmente a causa dell'incompletezza del trattamento [32].

La VATS viene effettuata con paziente in decubito laterale, in anestesia generale e intubazione con tu- bo a doppio lume in modo da consentire l'esclu- sione polmonare selettiva stabile. Nella procedura tipica per eseguire la resezione di lesioni bollose as- sociata a pleurodesi, vengono praticate tre piccole incisioni così da consentire una buona visione en- dotoracica e una mobilità ottimale dello strumen- tario chirurgico (Fig. 1).

Dopo sospensione temporanea della ventilazio- ne polmonare dal lato dell'intervento, viene ese- guita la prima pleurotomia al VII-VIII spazio in- tercostale sulla linea ascellare media per l'ingresso dell'ottica rigida collegata a videocamera, previo posizionamento di trocar. È buona norma sonda- re lo spazio pleurico con ago sottile, per assicurar- si che non siano presenti significative aderenze pleuriche nella sede prescelta per l'inserimento del trocar. La grandezza del trocar da utilizzare dipen- de da quella dell'ottica prescelta. Le ottiche dispo- nibili hanno un diametro variabile dai 2 ai 10 mm



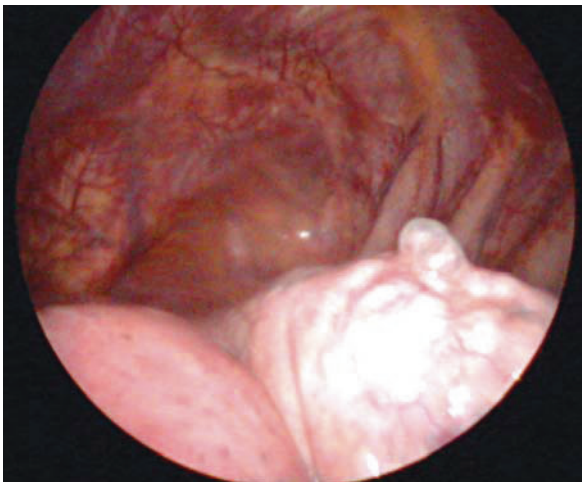
**Fig. 1.** Schema degli accessi chirurgici per il trattamento vi- deotorascopico del pneumotorace

a seconda dell'ampiezza necessaria per una buona visualizzazione del campo operatorio. Per la rese- zione di blebs semplici è possibile utilizzare anche ottiche piccole con buoni risultati. Dopo aver in- trodotto il toracoscopio e aver ispezionato tutta la superficie pleurica, si scelgono le sedi degli altri due accessi per l'introduzione degli strumenti operati- vi. Se la resezione delle lesioni bollose viene eseguita mediante suturatrici meccaniche sarà necessaria un' incisione abbastanza ampia (12 mm). È importan- te posizionare tutti gli accessi chirurgici tra la linea ascellare anteriore e quella posteriore dove gli spa- zi intercostali sono più ampi ed è minore il rischio di lesionare il nervo intercostale. Il posiziona- mento tipico dei tre accessi descrive un triangolo con la base in alto: i due accessi più alti (per gli strumen- ti operativi) si localizzano al IV-V spazio interco- stale sulla linea ascellare anteriore e posteriore ri- spettivamente. L'orientamento degli accessi operati- vi deve consentire la conversione in toracotomia mediante la congiunzione degli stessi. General- mente non viene utilizzato il trocar per l'introdu- zione degli strumenti operativi così da consentire l'eventuale introduzione di strumenti di chirurgia tradizionale. Si esegue quindi l'esplorazione della superficie del parenchima polmonare che viene af-

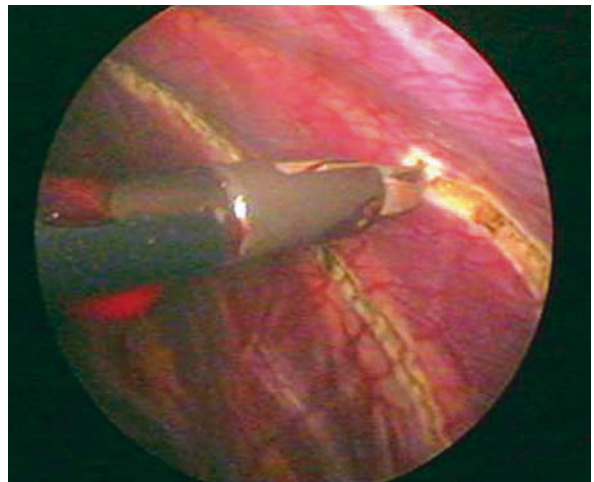
ferrato e spostato con pinza ad anello, con particolare attenzione all'esame dell'apice polmonare e del segmento apicale del lobo inferiore, sedi più frequenti di lesioni bollose (Fig. 2). L'instillazione nel cavo pleurico di soluzione fisiologica calda, durante una leggera ventilazione polmonare manuale consente di evidenziare la sede della eventuale perdita aerea. Le bolle o blebs evidenziate vengono quindi asportate mediante l'uso della suturatrice automatica applicata alla base della bolla, possibilmente su una rima di tessuto polmonare sano per facilitare l'aerostasi (Fig. 3). Altri metodi, come la legatura della bolla mediante endoloop o la coagulazione mediante laser, sono risultate meno efficaci [33].

La pleurodesi viene generalmente effettuata con l'abrasione meccanica della pleura eseguita utiliz-

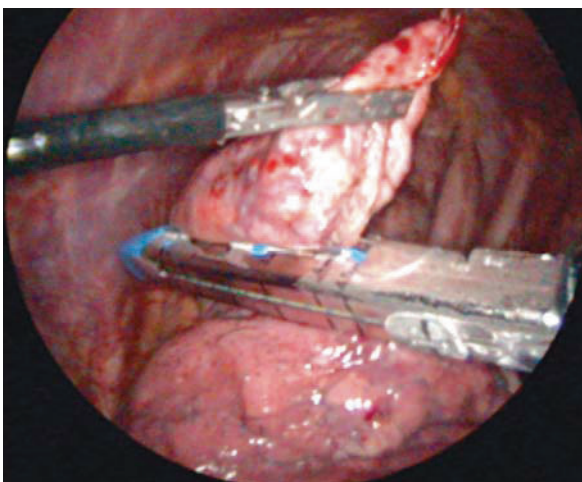
zando una garza o una rete di marlex-mesh o con l'elettrocoagulazione della pleura parietale lungo il decorso delle coste dalla II alla VI (Fig. 4), riservando la pleurectomia al trattamento dei casi a maggior rischio di recidiva ossia di quelli in cui non si evidenzia, all'esplorazione toracoscopica, la lesione bollosa responsabile del pneumotorace (Fig. 5). Maggiore è l'estensione della pleurectomia e minore sarà il rischio di recidiva, a prezzo però di una più alta morbilità in termini di sanguinamento e dolore postoperatorio. Generalmente la pleurectomia viene limitata all'emitorace superiore, dove più frequentemente sono localizzate le lesioni bollose; in caso di distrofia bollosa più estesa può rendersi necessaria una pleurectomia più ampia. La pleurectomia apicale può essere facilmente eseguita anche in toracoscopia: la pleura pa-



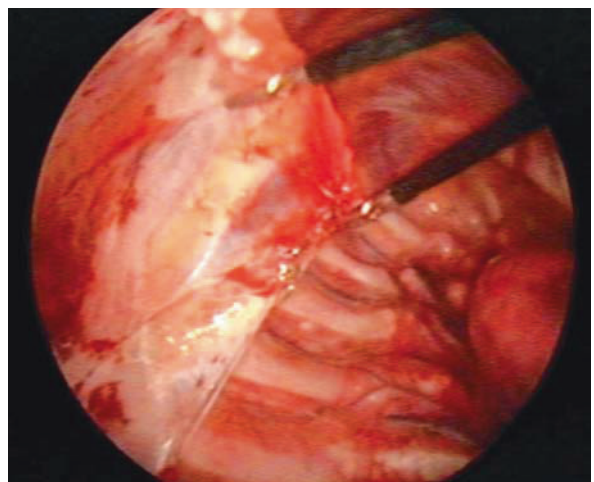
**Fig. 2.** Bolla enfisematosa dell'apice polmonare



**Fig. 4.** Elettrocoagulazione pleurica



**Fig. 3.** Apicectomia polmonare mediante stapler



**Fig. 5.** Pleurectomia parziale

rietales viene incisa in corrispondenza dei due accessi superiori, afferrata mediante pinza da presa, sollevata e trazionata, eseguendo la dissezione mediante tampone lungo il piano della fascia endotoracica. In questo caso i limiti della pleurectomia sono: posteriormente, il solco costo-vertebrale, anteriormente i vasi mammari interni, inferiormente il VI spazio intercostale e superiormente l'arteria succlavia a sinistra e la vena anonima a destra. Alcuni Autori utilizzano il talco sterile o l'Argon plasma. Tuttavia la procedura che dà più garanzie rimane la pleurectomia.

Al termine della procedura viene nuovamente effettuato il test idropneumatico e, se non si evidenziano perdite aeree residue, previo lavaggio del cavo pleurico mediante soluzione disinfettante iodata, vengono posizionati attraverso i due accessi chirurgici più anteriori due tubi di drenaggio 26 F connessi ad un sistema di aspirazione regolato intorno ai 20 cm di acqua. L'aspirazione viene mantenuta per almeno 48 ore o fino al cessare della perdita aerea residua; in seguito viene effettuato un controllo radiografico del torace a drenaggio chiuso e, in assenza di pneumotorace, si rimuove il drenaggio dimettendo il paziente il giorno stesso o quello successivo.

## Risultati

Dal gennaio 1991 all'ottobre 2002 sono stati trattati in VATS presso la U.O.C. di Chirurgia Toracica di Siena e la S.A. di Chirurgia Toracica dell'Ospedale di Arezzo dalla stessa équipe chirurgica, complessivamente 185 pazienti affetti da pneumotorace spontaneo recidivo o complicato. Nei casi di PSP sono stati ottenuti con la VATS ottimi risultati, tanto a breve che a lungo termine. In nessun caso si è reso necessario convertire la VATS in toracotomia e solamente in 3 casi sono state riscontrate complicanze postoperatorie: 2 pazienti hanno presentato un sanguinamento postoperatorio che si è risolto spontaneamente senza richiedere emotrasfusione; un paziente ha presentato una perdita aerea prolungata, trattata con mantenimento in sede del tubo di drenaggio pleurico ed aspirazione forzata fino al suo arrestarsi avvenuto in XII giornata postoperatoria. Nel follow-up sono stati osservati 2 (1,9%) soli casi di recidiva, peraltro in pazienti nei quali non era stata riscontrata alcuna lesione bollosa all'ispezione toracoscopica ed era stata eseguita la sola elettrocoagulazione pleurica senza resezione parenchimale; in entrambi questi casi il collasso polmonare era parziale ed il pneumotorace si è risolto con il solo drenaggio pleurico.

## Discussione

La VATS viene eseguita di routine in molte Istituzioni come procedura di scelta nel trattamento del pneumotorace spontaneo perché consente da un lato una facile identificazione delle blebs o bolle e la loro resezione, dall'altro di poter eseguire procedure di pleurodesi necessarie alla prevenzione delle recidive, con minima invasività chirurgica e migliori risultati sia funzionali che estetici [33-36].

Vari Autori hanno infatti riportato che la VATS presenta dei vantaggi significativi in termini di degenza postoperatoria più breve [22, 36-39], minore dolore postoperatorio [34, 37, 39] e migliori risultati funzionali [40]. Bisogna tuttavia considerare che, secondo altre casistiche, esiste un'alta incidenza di conversioni in toracotomia e di complicanze postoperatorie, con una degenza che in questi casi diventa sostanzialmente sovrapponibile a quella delle procedure a cielo aperto [34, 41, 42]. Anche Massard e Coll. [31] in una estesa review non hanno evidenziato una significativa superiorità della VATS rispetto alle procedure tradizionali a cielo aperto in termini di morbilità, degenza postoperatoria e costi di ospedalizzazione.

Si può supporre che risultati così diversi dipendano da una serie di variabili fra le quali il tipo di toracotomia, la posizione dei trocar e l'intensità della manipolazione degli strumenti chirurgici con possibile lesione del nervo intercostale, che renderebbe il dolore toracico a distanza di tempo dalla VATS sovrapponibile a quello della toracotomia [43].

La VATS accorciando i tempi medi di degenza sembra consentire una riduzione dei costi qualora si limiti alla sola suturatrice meccanica lo strumentario "usa e getta" [44].

L'incidenza di recidive dopo VATS varia in letteratura dal 2 al 14% [35, 36, 45], mentre varia dallo 0 al 7% (la maggior parte dei lavori riportano una incidenza inferiore al 1%) per la toracotomia [44, 46]. È probabile che la più alta incidenza di recidive riportata in certe casistiche sia dovuta alla mancata visualizzazione e quindi asportazione delle lesioni bollose. Anche nella casistica di Nauheim e Coll. [26] l'incidenza di recidive era solo del 1% quando venivano evidenziate le lesioni bollose ma era molto più alta quando l'esplorazione toracoscopica non metteva in evidenza le lesioni responsabili del pneumotorace. Un'altra spiegazione può anche essere legata al fatto che con la VATS si produce una reazione infiammatoria della pleura meno intensa, con conseguente pleurodesi meno efficace [39].

Sulla base di queste esperienze, viene attualmente considerato preferibile eseguire sempre la resezio-

ne di piccoli volumi dell'apice polmonare (apicectomia) associata alla pleurectomia apicale, in assenza di lesioni bollose evidenti. Infatti, nessuno dei pazienti considerati nella casistica degli Autori, trattati con la resezione parenchimale delle lesioni bollose o con l'apicectomia in caso di mancato reperimento di bolle e con la pleurectomia, ha presentato recidiva di pneumotorace.

Le caratteristiche di mininvasività della VATS hanno indotto alcuni Autori a considerarla indicata anche nel pneumotorace non complicato al primo episodio [47, 48]. Ci sono però diverse evidenze che portano a ritenere poco giustificato questo tipo di approccio: innanzitutto la maggior parte dei pneumotoraci al I episodio non sono seguiti da recidiva; secondariamente la pleurectomia apicale è la procedura di pleurodesi che offre le maggiori garanzie, ma è gravata da un'alta morbilità; inoltre l'approccio in VATS non fornisce comunque la garanzia di poter individuare la lesione responsabile del pneumotorace; infine l'incidenza di recidive non è statisticamente correlabile né alla presenza né all'estensione delle lesioni bollose.

I vantaggi offerti dalla VATS non sono più così evidenti in caso di PSS [31], in particolare se è presente enfisema bolloso diffuso, in quanto le bolle senza un colletto evidente sono più difficili da resecare. L'incidenza di complicanze nei casi di PSS trattati in VATS è più alta che nei casi di PSP, così come sono molto più numerose le conversioni in toracotomia [35, 36].

Nello studio degli Autori è stata riscontrata una incidenza del 12,5% di conversioni in toracotomia nei pazienti con PSS e una incidenza di complicanze postoperatorie del 17,7%: 2 casi di sanguinamento postoperatorio, uno dei quali ha richiesto la revisione chirurgica mentre l'altro si è arrestato dopo la somministrazione di emoderivati; 2 casi di perdita aerea prolungata, uno dei quali si è risolto mediante "autologous blood patch", mentre l'altro ha richiesto il reintervento chirurgico; infine un paziente ha presentato una sindrome di Claude-Bernard-Horner, regredita spontaneamente dopo 60 giorni. Altri Autori riportano, nei casi di PSS, un'incidenza di complicanze postoperatorie del 27,7 e del 26,6% [35, 37] dovute soprattutto a perdite d'aria prolungata e non ritengono pertanto la VATS il trattamento di scelta nei casi di PSS, se non in pazienti selezionati. Le maggiori difficoltà nell'utilizzo della VATS sono generalmente legate alla presenza di diffuse aderenze pleuriche, la cui lisi allunga molto i tempi della procedura; inoltre si verificano molto più di frequenti perdite aeree prolungate, dovute alla mancata chiusura della breccia aerea o alla lacerazione del parenchima alla base della sutura meccanica.

In assenza di studi randomizzati e di casistiche sufficientemente ampie, l'approccio chirurgico allo PSS verrà scelto di volta in volta in base alla situazione anatomica e all'esperienza del chirurgo. In questi casi è indicata la TC ad alta risoluzione a strato sottile che consente un eccellente rilevamento della patologia polmonare di base, anche se questo esame non permette di accertare l'eseguitività della VATS che è determinata in gran parte dalla presenza di aderenze pleuriche valutabili solo con l'esplorazione toracoscopica del cavo pleurico. Si può quindi utilizzare la VATS come primo approccio anche nei pazienti affetti da PSS per esplorare il cavo pleurico, evidenziare e resecare le aree bollose, convertendola eventualmente in toracotomia qualora la situazione anatomica renda troppo complesso l'intervento.

In alternativa alla VATS in questi casi può essere utilizzata la minitoracotomia ascellare. La casistica più ampia su tale approccio ha riportato una degenza media di 6 giorni, un'incidenza di recidive dello 0,4% e di complicanze del 10%, la maggior parte delle quali erano minori [49]. Tuttavia va ricordato che alcuni casi di estesa malattia bollosa con presenza di diffuse aderenze pleuriche richiedono un'ampia esposizione chirurgica che può essere offerta solo dalla classica toracotomia postero-laterale [50].

Talvolta la severità della malattia polmonare di base non consente di effettuare l'intervento in VATS per l'incapacità da parte del paziente di tollerare la ventilazione monopolmonare. Alcuni lavori recenti indicano che pazienti con insufficienza respiratoria possono essere sottoposti a VATS in anestesia locale e analgesia epidurale con parziale collasso del polmone [51].

Per la chiusura della sede della perdita aerea vengono adoperate diverse tecniche chirurgiche. È preferibile eseguire la resezione della bolla mediante l'uso di suture meccaniche delle dimensioni comprese fra 30 e 45 mm, dotate di maggiore maneggevolezza in cavità pleurica anche se questo comporta spesso l'uso di più ricariche. In assenza di lesioni bollose è consigliabile eseguire comunque di routine l'apicectomia polmonare da inviare per esame istologico, che nella casistica degli Autori è risultato sempre positivo per patologia bollosa [52].

Uno dei maggiori problemi chirurgici, specialmente nei pazienti affetti da PSS, deriva dal margine di sezione parenchimale. La suturatrice meccanica consente una buona aerostasi, ma richiede un'attenta valutazione della sede dove effettuare la resezione, che deve avvenire alla base della bolla e possibilmente nel parenchima sano. L'uso delle manichette di pericardio bovino con cui si rivestono le branche della suturatrice meccanica ha dimostrato una certa utilità nel ridurre le perdite aeree prolungate [53]. Oltre alla resezione polmonare è opportuno effettuare sempre una pleurodesi, sostanzialmente per due mo-

tivi: da una parte, sebbene la VATS consenta un'accurata esplorazione della superficie polmonare, alcune lesioni bollose possono rimanere misconosciute ed essere responsabili di recidiva; dall'altra le aderenze pleuro-polmonari che si formano durante la VATS sono minori rispetto alla toracotomia, sia per l'assente esposizione della superficie polmonare all'esterno sia per la mancata manipolazione della stessa con il talco dei guanti chirurgici. La metodica più efficace per ottenere la pleurodesi è la pleurorectomia, che quasi sempre viene limitata alla porzione superiore del cavo pleurico, poiché in tal modo si garantisce la sinfisi della porzione di parenchima polmonare in cui più spesso si localizzano le lesioni bollose. Una "review" su questo argomento ha infatti evidenziato un modesto vantaggio della pleurorectomia nei confronti della abrasione pleurica con una incidenza di recidive dello 0,4% dopo pleurorectomia e del 2,3% dopo abrasione pleurica [54]. Per tale motivo la pleurorectomia è indicata nei pazienti senza evidenza di lesioni bollose, in quanto questi pazienti hanno un maggior rischio di recidiva. In alternativa l'elettrocoagulazione della pleura parietale dalla II alla VI costa rappresenta un procedimento semplice, efficace e sicuro.

## Conclusioni

In conclusione, la VATS rappresenta la metodica di scelta per il trattamento del PSP con risultati che si avvicinano sempre più agli standard della chirurgia tradizionale, ma sono ottenuti con i vantaggi che la mininvasività della metodica comporta. È invece preferibile, allo stato attuale trattare, il PSS mediante minitoracotomia videoassistita o con metodica a cielo aperto.

**Ringraziamenti** Dott.ssa Sara Tenconi, Dott. Cristian Rapicetta, U.O.C. Chirurgia Toracica, Siena

## Bibliografia

- Light RW (1995) Pneumothorax. In: Pleural disease 3<sup>rd</sup> ed. Williams and Wilkins, Baltimore, pp 242-277
- Bense L, Wiman LG, Hedenstierna G (1987) Onset of symptoms in spontaneous pneumothorax: correlations to physical activity. *Eur J Respir Dis* 71:181-186
- Donahue DM, Wright CD, Viale G et al (1993) Resection of pulmonary blebs and pleurodesis for spontaneous pneumothorax. *Chest* 104:1767-1769
- Jansveld CA, Dijkman JH (1975) Primary spontaneous pneumothorax and smoking. *BMJ* 4:559-560
- Bense L, Eklund G, Odont D et al (1987) Smoking and the increased risk of contracting pneumothorax. *Chest* 92:1009-1012
- Sadikot RT, Greene T, Meadows K et al (1997) Recurrence of primary pneumothorax. *Thorax* 52:805-809
- Schramel FM, Postmus PE, Vanderschueren RG (1997) Current aspects of spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J* 10:1372-1379
- Lippert HL, Lund O, Blegvad S et al (1991) Independent risk factors for cumulative recurrence rate after first spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J* 4:324-331
- British Thoracic Society Research Committee (1993) Comparison of simple aspiration with intercostal drainage in the management of spontaneous pneumothorax. *Thorax* 48:430-434
- Ruckley CV, McCormack RJM (1966) The management of spontaneous pneumothorax. *Thorax* 21:139-144
- Almind L, Lange P, Viskum K (1989) Spontaneous pneumothorax: comparison of simple drainage, talc pleurodesis and tetracycline pleurodesis. *Thorax* 44:627-630
- Mitlehner W, Friedric M, Dissman W (1992) Value of computer tomography in the detection of bullae and blebs in patients with primary spontaneous pneumothorax. *Respiration* 59:221-227
- Janssen JP, Schramel FMH, Sutedia TG et al (1995) Videothoroscopic appearance of first and recurrent pneumothorax. *Chest* 08:330-334
- Melton LJ, Hepper NCG, Offord KP (1979) Incidence of spontaneous pneumothorax in Olmsted County, Minnesota: 1950-1974. *Am Rev Respir Dis* 29:1379-1382
- Primrose WR (1984) Spontaneous pneumothorax: a retrospective review of aetiology, pathogenesis and management. *Scott Med J* 29:15-20
- Macklin MT, Macklin CC (1944) Malignant interstitial emphysema of the lungs and mediastinum as an important occult complication in many respiratory diseases and other conditions: an interpretation of the clinical literature in the light of laboratory experiment. *Medicine Baltimore* 23:281-358
- Dines DE, Claggett OT, Payne WS (1970) Spontaneous pneumothorax in emphysema. *Mayo Clin Proc* 45:481-487
- Bourgouin P, Cousineau G, Lemire P et al (1985) Computed tomography used to exclude pneumothorax in bullous lung disease. *J Can Ass Radiol* 36:341-342
- So SY, Yu DY (1982) Catheter drainage of spontaneous pneumothorax: suction or no suction, early or late removal? *Thorax* 37:46-48
- Jain SK, Al-Kartan KM, Hamdv MG (1998) Spontaneous pneumothorax: determinants of surgical intervention. *J Cardiovasc Surg* 39:107-111
- Chee CB, Abisthaganaden J, Yeo JK et al (1998) Persistent air-leak in spontaneous pneumothorax: clinical course and outcome. *Respir Med* 92:757-761
- Inderbitzi RG, Leiser A, Furrer M et al (1994) Three years experience in video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) for spontaneous pneumothorax. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107:1410-1415
- Parry GN, Juniper ME, Dussek JE (1992) Surgical intervention in spontaneous pneumothorax. *Respir Med* 86:1-2
- Schoenenberger RA, Haefeh WE, Weiss P et al (1991) Timing of invasive procedures in therapy for primary and secondary spontaneous pneumothorax. *Arch Surg* 126:764-766

25. Kun K, Kun R, Shim YR et al (1998) Video-assisted thoracic surgery as a primary therapy for primary spontaneous pneumothorax: decision making by the guidelines of high resolution computed tomography. *Surg Endosc* 12:1290-1293
26. Naunheim KS, Mack MJ, Hazelrigg SR et al (1995) Safety and efficacy of video-assisted thoracic surgical techniques for the treatment of spontaneous pneumothorax. *J Thorac Cardiovasc Surg* 109:1198-1204
27. Waller DA (1997) Videoassisted thoracoscopic surgery (VATS) in the management of spontaneous pneumothorax. *Thorax* 52:307-308
28. Jordan KG, Kwong JS, Flint J et al (1997) Surgically treated pneumothorax: radiologic and pathologic findings. *Chest* 111:280-285
29. Getz SB JR, Beasley WE III (1983) Spontaneous pneumothorax. *Am J Surg* 145:823-827
30. Granke K, Fisher CR, Gago O et al (1986) The efficiency and timing of operative intervention for spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 42:540-542
31. Massard G, Thomas P, Wihlm J-M (1998) Minimally invasive management for first and recurrent pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 66:592-599
32. Tschopp M, Brusche M, Frej JG (1997) Treatment of complicated spontaneous pneumothorax by simple talc pleurodesis under thoracoscopy and local anaesthesia. *Thorax* 52:329-332
33. Liu HP, Lin PJ, Hsieh MJ et al (1995) Thoracoscopic surgery as a routine procedure for spontaneous pneumothorax. Results from 82 patients. *Chest* 107:559-562
34. Cole FH, Khandekar A, Maxwell JM (1995) Video-assisted thoracic surgery: primary therapy for spontaneous pneumothorax? *Ann Thorac Surg* 60:931-935
35. Passlick B, Born C, Haussinger K et al (1998) Efficiency of video-assisted thoracic surgery for primary and secondary spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 65:324-327
36. Bertrand PC, Regnard JF, Spaggiari L et al (1996) Immediate and long term results after surgical treatment of primary spontaneous pneumothorax by VATS. *Ann Thorac Surg* 61:1641-1645
37. Waller DA, Forty J, Morrith GN (1994) Video-assisted thoracoscopic surgery versus thoracotomy for spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 58:373-377
38. Mouroux J, Elkaim D, Padovani B et al (1996) Video-assisted thoracoscopic treatment of spontaneous pneumothorax: technique and results of one hundred cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 112:385-391
39. Gebhard FT, Becker HP, Gerngross H et al (1996) Reduced inflammatory response in minimally invasive surgery of pneumothorax. *Arch Surg* 131:1079-1082
40. Sekine Y, Miyata Y, Yamada H et al (1999) Videoassisted thoracoscopic surgery does not deteriorate postoperative pulmonary gas exchange in spontaneous pneumothorax patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 16:48-53
41. Kim KH, Kim HK, Han JY et al (1996) Transaxillary minithoracotomy versus video-assisted thoracic surgery for spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 61:1510-1512
42. Freixinet JL, Canalis E, Julia G et al (2004) Axillary thoracotomy versus videothoracoscopy for the treatment of primary spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 78:417-420
43. Landreneau RJ, Mack MJ, Hazelrigg SR et al (1994) Prevalence of chronic pain after pulmonary resection by thoracotomy or videoassisted thoracic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107:1079-1086
44. Crisci R, Coloni GF (1996) Videoassisted thoracoscopic surgery versus thoracotomy for recurrent spontaneous pneumothorax: a comparison of results and costs. *Eur J Cardiothorac Surg* 10:556-560
45. Yim AP, Liu HP (1997) Videoassisted thoracoscopic management of primary spontaneous pneumothorax. *Surg Laparosc Endosc* 7:236-240
46. Horio H, Notori H, Fuyuno G et al (1998) Limited axillary thoracotomy versus video-assisted thoracoscopic surgery for spontaneous pneumothorax. *Surg Endosc* 12:1155-1158
47. Margolis M, Gharagozloo F, Tempesta B (2003) Videoassisted thoracic surgical treatment of initial spontaneous pneumothorax in young patients. *Ann Thorac Surg* 76:1661-1664
48. Torresini G, Vaccarili M, Divisi D (2001) Is video-assisted thoracic surgery justified at first spontaneous pneumothorax? *Eur J Cardiovasc Surg* 20:42-45
49. Deslauriers J, Beaulieu M, Despres JP et al (1980) Transaxillary pleuroctomy for treatment of spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 30:567-574
50. Kirby TJ, Ginsberg RJ (1992) Management of the pneumothorax and barotrauma. *Clin Chest Med* 13:97-112
51. Mukaida T, Andon A, Date H et al (1998) Thoracoscopic operation for secondary pneumothorax under local and epidural anesthesia in high risk patients. *Ann Thorac Surg* 65:924-926
52. Voltolini L, DI Bisceglie M, Cacchiarelli M et al (1999) Il trattamento videotoracoscopico dello pneumotorace spontaneo. *Minerva Chir* 54:741-747
53. Hazelrigg SR, Landreneau RJ, Mack M et al (1993) Thoracoscopic stapled resection for spontaneous pneumothorax. *J Thorac Cardiovasc Surg* 105:389-393
54. Thévenet F, Gamondés JP, Bodzongo D et al (1992) Spontaneous and recurrent pneumothorax. Surgical review of 278 cases. *Ann Chir* 46:165-169

## Premesse

La pleurodesi è la fusione dei due foglietti pleurici ottenuta mediante mezzi chimici, fisici o meccanici allo scopo di obliterare lo spazio pleurico. Essa rappresenta una procedura per lo più complementare ad un atto chirurgico e trova indicazioni in alcune affezioni più o meno comuni di patologia toracica, quali il pneumotorace, le perdite aeree prolungate dopo interventi chirurgici di resezione polmonare, i versamenti pleurici neoplastici, primitivi e secondari, i versamenti pleurici benigni o infiammatori recidivanti, il chilotorace.

I polmoni occupano due grandi compartimenti della cavità toracica, ciascuno dei quali è rivestito da una membrana fibroelastica, la pleura, fornita di uno strato interno di cellule mesoteliali appiattite. La pleura parietale riveste il mediastino, la parete toracica e il diaframma. Al di sotto di essa esiste la fascia endotoracica che permette di avere un piano di dissezione, rendendo così possibile per il chirurgo l'esecuzione di una pleurectomia parietale.

Allo stesso modo ogni polmone è rivestito da una membrana simile, la pleura viscerale, il cui strato più esterno è costituito da cellule mesoteliali appiattite. Tra le due lamine della pleura, in condizioni normali, è presente un velo di liquido (circa 10-20 ml) che ha scopo lubrificante e permette alla pleura viscerale di scorrere sulla pleura parietale durante gli atti respiratori.

Mentre la pleura viscerale è insensibile, la pleura parietale è molto sensibile al dolore. La pleura sana è liscia, lucente, umida e trasparente. In condizioni normali le superfici pleuriche sono inumidite da una sottile pellicola di liquido che rappresenta un equilibrio tra la trasudazione del liquido stesso dai capillari pleurici e il suo riassorbimento da parte delle venule e dei linfatici della pleura parietale e viscerale. Il liquido pleurico è in uno stato altamente dinamico essendo in continuazione formato e riassorbito per un totale movimento di circa 5-10 litri nelle 24 ore.

Del resto il sistema venoso subpleurico è in grado di riassorbire l'aria del pneumotorace presente nel cavo pleurico: l'assorbimento avviene rapidamente se le pleure sono indenni, lentamente se sono ispessite

o fibrotiche. Le superfici pleuriche agiscono come membrane umide e permettono ai gas di diffondersi attraverso di esse. Poiché la pressione parziale dei gas del pneumotorace si avvicina a quella atmosferica, mentre quella del sangue venoso è più bassa, i gas del cavo diffondono nel sangue venoso fino a che si abbia il completo assorbimento del pneumotorace.

Per processi patologici la pleura può diventare rugosa ed opaca e per formazione di aderenze tra i due foglietti pleurici il cavo pleurico si oblitera. L'addensamento di tessuto fibroso nello spazio pleurico costituisce il fibrotorace. Il tessuto fibroso inevitabilmente si retrae, riduce il volume polmonare, può determinare sollevamento e fissazione del diaframma ed un marcato spostamento del mediastino verso il lato del fibrotorace.

Come risultato di queste alterazioni, la funzione respiratoria del polmone sottostante al tessuto fibroso può risultare alquanto ridotta. Le patologie che più frequentemente esitano in fibrotorace sono l'empima e l'emotorace.

Tali proprietà della pleura però possono risultare vantaggiose in alcune patologie quale terapia complementare alla terapia di base o come terapia autonoma a scopo palliativo o definitivo.

La pleurodesi è la fusione dei due foglietti pleurici ottenuta con mezzi chimici, fisici o meccanici allo scopo di obliterare lo spazio pleurico. Anche dei lavori sperimentali negli animali confermano la formazione di una pleurodesi efficace a seguito di procedure di vario genere che stimolino una reazione pleurica.

Un lavoro comparativo pubblicato da Colt et al. [1] raffronta tre diverse modalità di effettuazione della pleurodesi nei cani (risultati a 30 giorni):

- talco per via toracoscopica nebulizzato
- talco in soluzione (*slurry*) attraverso il tubo di drenaggio
- abrasione pleurica meccanica con garza.

L'esame anatomopatologico dei risultati ci mostra che tutte le procedure adottate determinano una reazione granulomatosa, ma essa è:

- maggiore nei cani trattati con talco;
- il risultato ottenuto con abrasione pleurica è inferiore;

- il talco diluito dà irregolare ispessimento pleurico, maggiore alle basi, mentre la fibrosi è più omogenea con il talco nebulizzato.

## La pleurodesi come trattamento complementare del pneumotorace

Il trattamento chirurgico del pneumotorace spontaneo primitivo e secondario è cambiato molto rapidamente da quando agli inizi degli anni '90 fu introdotta la chirurgia videotoracoscopica o V.T.S. [2]. In breve, il miglioramento delle tecniche e dello strumentario per la V.T.S. ne ha fatto il trattamento chirurgico di scelta del pneumotorace spontaneo.

Tuttavia nelle fasi iniziali di tale nuova procedura si è avuto un aumento delle recidive postoperatorie, come riportato in alcune casistiche, del 6,2% [3] o del 13,7% [4]. Ma già dopo poco tempo si è visto che una pleurodesi addizionale riduceva sensibilmente la percentuale di recidive con valori variabili tra il 4% ed il 2,1% [5, 6].

Gaensler e Thomas [7, 8] avevano già riscontrato che una pleurectomia parietale effettuata per via toracotomica rappresentava un metodo alternativo di pleurodesi permanente. Essendo però la pleurectomia totale un intervento aggressivo e troppo radicale in una patologia benigna ed in soggetti giovani si è cercata una procedura alternativa ugualmente efficace ma meno traumatizzante. Deslauriers et al. nel 1980 per primi definirono la resezione di bolle ed una pleurectomia apicale limitata come la procedura di scelta nel trattamento del pneumotorace spontaneo [9]. Infine il trattamento introdotto da Levi et al. nel 1990 ha aperto l'era della V.T.S. [2].

In sintesi si può affermare che il trattamento del pneumotorace ha due obiettivi da realizzare:

- la resezione delle aree patologiche individuate
- l'obliterazione dello spazio pleurico (pleurodesi) onde prevenire le recidive.

La pleurodesi rappresenta quindi il trattamento complementare all'intervento chirurgico toracoscopico o toracotomico di resezione. Essa è realizzabile mediante:

- pleurectomia totale o parziale
- abrasione pleurica meccanica con varie modalità
- abrasione pleurica con mezzi fisici
- pleurodesi ottenuta con sostanze chimiche

In effetti la pleurectomia non è una vera e propria procedura di pleurodesi, in quanto la pleura parietale viene asportata totalmente o parzialmente, in genere all'apice. La sinfisi pertanto avviene tra la pleura viscerale e la fascia endotoracica determinando comunque un fibrotorace efficace ai fini terapeutici.

La necessità di integrare la resezione del parenchima polmonare distrofico o sede di bolle d'emfisema con un trattamento complementare di pleurodesi ha stimolato notevolmente la ricerca in questo campo al fine di ottenere una terapia del pneumotorace efficace con minima percentuale di recidive e con minima incidenza di controindicazioni e complicanze.

Attualmente il "gold standard" è rappresentato dalla resezione delle aree patologiche distrofiche in videotoracoscopia e dalla pleurodesi attuata con varie modalità. Ad esempio Horio [10] riferisce una percentuale di recidive in un follow-up a 38 mesi del 16% nei 50 pazienti trattati con la sola resezione, mentre è dell'1,9% nei 53 pazienti operati con resezione e pleurodesi con elettrocauterio della pleura apicale. Alla stessa conclusione arrivano Kruger et al. [11] che confrontano la resezione dell'apice polmonare più la pleurodesi con la sola pleurodesi in un gruppo di pazienti senza evidenza di bolle. Nel primo gruppo le recidive incidono per il 3,75%, mentre nel secondo arrivano al 10% dei casi.

Una revisione effettuata in 19 istituzioni tedesche su 1365 procedure chirurgiche in V.T.S. eseguite per pneumotorace dà in media una percentuale di recidive globali del 6,5% per trattamenti senza pleurodesi o con varie modalità di pleurodesi. Ma i risultati peggiori si hanno nei casi in cui alla resezione non è associata alcuna forma di pleurodesi [12]. Nello stesso articolo si riscontra che la pleurectomia causa più complicanze emorragiche (3% vs 1,1%) se confrontata ad altre modalità di pleurodesi. Ma del resto già Pairolero et al. [13] affermavano che l'abrasione pleurica determina reale oblitterazione dello spazio pleurico preservando un piano extrapleurico per eventuali ulteriori interventi sul torace e con complicanze minori rispetto alla pleurectomia. Ciò consente, soprattutto nei giovani una procedura efficace con scarsi effetti collaterali riservandosi per il futuro la possibilità di eventuali successivi interventi chirurgici.

## Pleurodesi per abrasione meccanica



La reazione della pleura parietale ad un insulto è quella di una iperplasia reattiva con un aumento di spessore degli strati sierosi superficiali e con la creazione di fenomeni aderenziali che coinvolgono anche la pleura viscerale. Ciò si può ottenere facilmente mediante l'abrasione meccanica della pleura parietale fino a determinare la comparsa di piccole emorragie subpleuriche; in alcuni punti si

possono avere anche delle lacerazioni della pleura parietale che ugualmente esiteranno in un processo cicatriziale.

La pleurodesi per abrasione meccanica può essere facilmente eseguita durante le procedure effettuate in videotoroscopia [14] utilizzando uno dei fori di accesso praticati per l'intervento. I mezzi utilizzati per ottenere un risultato soddisfacente sono vari, dai batuffoli di garza, alle reti di polyglactin o di polipropilene, ai foglietti abrasivi utilizzati per la pulizia delle lame del bisturi elettrico, od anche facendo ricorso a una spazzola meccanica. Mayer et al. infatti, riferiscono una percentuale di recidive del 2,1% in un gruppo di 47 pazienti trattati con resezione di bolle in videotoroscopia e pleurodesi per abrasione con spazzola meccanica a testina ruotante [15].

La procedura manuale, più disponibile per la semplicità della tecnica ed il basso costo del materiale, va eseguita al termine della fase di resezione delle bolle o della zona displasica e del controllo dell'emostasi e dell'aerostasi. I batuffoli di garza o di rete ripiegata a ricoprire le branche dello strumento utilizzato per la manovra di abrasione, possono essere introdotti attraverso uno degli orifici toracotomici utilizzati per la V.T.S.. La manovra di abrasione va effettuata lungo i primi quattro o cinque spazi intercostali procedendo dalla regione anteriore a quella costo-vertebrale con pressione ferma e costante, fino a determinare la reazione di irritazione pleurica descritta. Vanno evitate le manovre di abrasione della cupola pleurica, in corrispon-

denza soprattutto dei vasi sopraortici e del mediastino (vena cava superiore, vena azygos ed emiazygos). Al termine va fatto un controllo del sanguinamento. Complessivamente non più di un terzo della cavità toracica dovrebbe essere sottoposto al trattamento di pleurodesi [16].

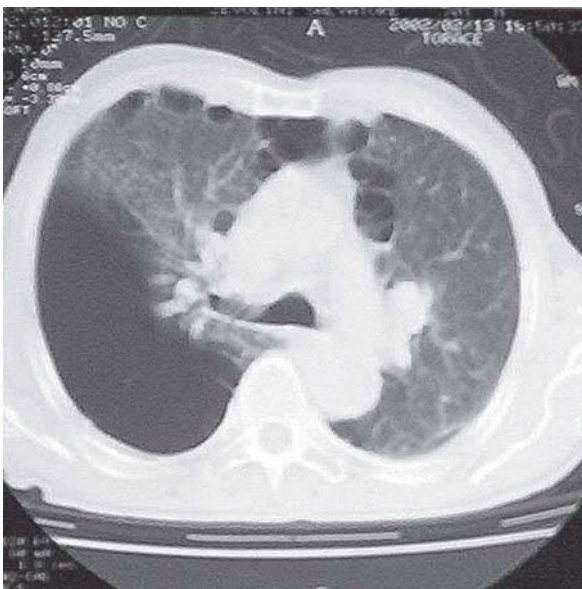
Comunque, qualunque sia il mezzo utilizzato, lo scopo è di ottenere una reazione pleurica che dia esito ad un fibrotorace con aderenze efficaci a bloccare il polmone all'apice pleurico anche in caso di recidiva del pneumotorace (Fig. 1, 2).

### Pleurodesi con mezzi fisici (elettrocauterio e laser)

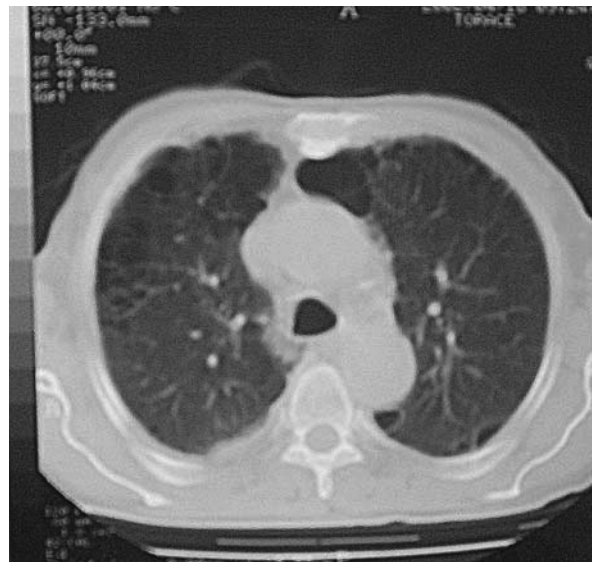


Dopo la resezione delle bolle ed il controllo delle perdite aeree ed ematiche, si procede alla pleurodesi con elettrocauterio: la zona da trattare si estende dalla regione anteriore del torace, al livello dell'arteria mammaria interna, alla regione posteriore arrivando al tronco del simpatico toracico limitandosi ai primi quattro-cinque spazi intercostali. Si può utilizzare un elettrocauterio mono o bipolare con annesso tubo di aspirazione per il fumo [17, 18].

La procedura non va effettuata su tutta la superficie pleurica ma è sufficiente trattare solo alcune zone; in genere va data la preferenza al rivestimento pleurico delle coste, che possono essere facilmente individuate dall'interno per evitare di dan-



**Fig. 1.** TC del torace: distrofia bollosa gigante del polmone destro



**Fig. 2.** TC del torace: esito a 3 mesi di distanza di intervento chirurgico di resezione polmonare in V.T.S. per distrofia bollosa e pleurodesi meccanica (stesso paziente della Fig. 1)

neggiare il nervo o i vasi intercostali sul bordo inferiore delle coste stesse. Considerando che tali manovre determinano talora intenso dolore, alcuni autori per rinforzare l'effetto analgesico ottenuto per via sistemica, utilizzano una anestesia epidurale continua per le prime 36-48 ore postoperatorie. Hurtgen et al. (1996) riportano con tale metodica una percentuale di recidive del 2,7% [12].

Molto simili sono le manovre di pleurodesi effettuate sia con il laser neodimium YAG sia con il coagulatore ad Argon [19].

Il laser ad Argon funziona in una modalità senza contatto ed appare essere sicuro ed efficace con il vantaggio di determinare minor danno tissutale rispetto all'elettrocauterio.

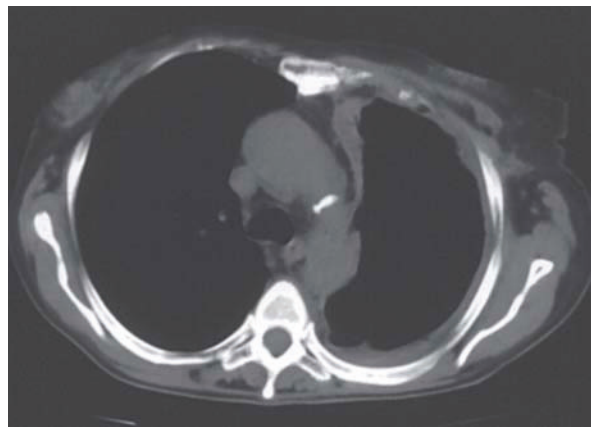
## Pleurodesi con talco



Il talco viene somministrato come sospensione in polvere per insufflazione durante la videotoroscopia. Esistono anche flaconi pressurizzati per nebulizzare il talco sotto pressione. Ciò produce una fine ed uniforme distribuzione sulla pleura in grado di determinare una efficace pleurodesi. La dose somministrata varia tra 3 e 6 grammi di talco deasbestizzato, ed agisce con un meccanismo di tipo infiammatorio capace di produrre una sinfisi tenace e persistente. Eventuali accumuli saccati di liquido pleurico conseguenza di reazioni limitate in alcune zone del cavo pleurico tendono a scomparire in 1-2 mesi. Alcuni autori tra i quali Light [20] hanno delle perplessità sulla assenza di rischio associato all'uso del talco quale agente sclerosante, ma ad oggi non esiste dimostrazione scientifica che nei pazienti sottoposti a pleurodesi con talco ci sia una maggiore frequenza di insorgenza di mesoteliomi, anche se gli studi sono poco numerosi. Pertanto si raccomanda la prescrizione dell'uso del talco per la pleurodesi nei pazienti con versamento pleurico benigno persistente e con pneumotorace. Del resto pochi autori in un numero limitato di pazienti, hanno utilizzato il talco quale mezzo per ottenere una pleurodesi efficace dopo resezione chirurgica per pneumotorace [21] (Fig. 3).

## La pleurodesi nelle perdite aeree prolungate dopo resezione polmonare

Una delle più frequenti complicanze di ogni procedura che riguarda il polmone è la perdita aerea



**Fig. 3.** Radiografia del torace P.A.:pleurodesi per abrasione meccanica e con talco "slurry" di pneumotorace sinistro recidivante in V.T.S.

prolungata: può succedere dopo ogni apertura della pleura viscerale, quali resezioni atipiche, separazione delle scissure durante le resezioni lobari, lisi di aderenze, decorticazione. Si considera perdita aerea persistente quella che perduri per oltre 7 giorni dopo l'intervento; essa può interessare dall'1% al 15% dei pazienti sottoposti a resezione polmonare. Un trattamento di pleurodesi chimica mediante nebulizzazione di talco può essere applicata sia per via percutanea tramite il tubo di drenaggio, che in V.T.S. in uno spazio residuo dopo lobectomia, distribuendo la sostanza sia sul parenchima intorno alla sede della perdita che sulla pleura parietale.

Sono stati riportati casi di utilizzo per via toracoscopica di una varietà di agenti sclerosanti oltre il talco, quali la colla di fibrina, il sangue autologo e il nitrato di argento. Comunque non è facile stabilire la reale validità del trattamento di pleurodesi in tale evenienza.

Suter et al. [22] riportano tre casi di trattamento con successo di perdite prolungate (> 7 giorni) dopo resezione polmonare (lobectomia e bilobectomia) con persistenza di un cavo residuo e in assenza di una fistola broncopleurica, mediante applicazione di colla di fibrina e pleurodesi con nitrato d'argento in videotoroscopia. Sono stati utilizzati due o tre accessi toracoscopici, e dopo la lisi delle aderenze presenti l'area interessata dalle perdite aeree è stata individuata mediante immersione in soluzione fisiologica e cauta riespansione del polmone. Le zone identificate a livello alveolopleurale sono state ricoperte con colla di fibrina. In aggiunta è stata praticata una pleurodesi con nitrato di argento.

## Trattamento torascopico medico di pleurodesi del pneumotorace

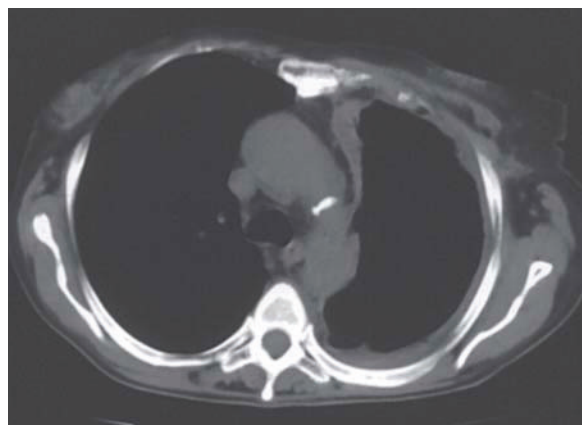
In letteratura sono riportate numerose esperienze circa il trattamento del pneumotorace spontaneo mediante procedure torascopiche “mediche”, ovvero senza l’effettuazione di una resezione chirurgica delle aree patologiche e in anestesia locale. In tal senso la pleurodesi, in genere realizzata con il talco, rappresenta non più un gesto complementare all’atto operatorio, ma si identifica con il trattamento definitivo della patologia polmonare (pneumotorace spontaneo primitivo e secondario). Tschopp et al. [23] riportano infatti 108 trattamenti mediante pleurodesi con talco in torascopia con una assenza di recidive nel 95% dei casi con follow-up a 5 anni. Ugualmente Gillet-Juvin et al. [24] in un gruppo di 71 pazienti trattati con la stessa modalità (pleurodesi con talco per via torascopica in anestesia locale e singolo accesso) riferiscono di una efficacia del 93%. D’altro canto Tschopp et al. [25] raffrontando due gruppi di pazienti con pneumotorace, il primo di 47 malati trattato con semplice drenaggio con tubo, ed il secondo di 59 sottoposti a pleurodesi con talco in torascopia medica hanno riscontrato una percentuale di recidive nel secondo molto inferiore: 5% vs 34%. Ma la torascopia medica a volte è molto meno efficace: Hansen et al. [26] in 35 pazienti trattati con nebulizzazione di colla di fibrina in torascopia mostrano una recidiva del pneumotorace od il fallimento della procedura nel 32% dei casi.

## La pleurodesi nel trattamento dei versamenti pleurici neoplastici (V.P.N.)

La reattività della pleura all’insulto ed all’infezione è elevata, al punto che, come riferisce Pollak [27] la sola introduzione di un catetere in cavo pleurico determina una pleurodesi spontanea in più del 40% dei casi. Anche Fujishima et al. riportano una pleurodesi efficace in due pazienti con versamento pleurico neoplastico secondario a cancro della mammella mediante l’uso di sola acqua distillata [28].

Si è stabilito convenzionalmente che l’efficacia del trattamento di pleurodesi si ha quando non si ha riformazione del liquido a distanza di un mese (efficacia totale) (Figg. 4, 5) o in una quantità non superiore a 500 ml (efficacia parziale) e non si ha necessità di effettuare toracentesi per lo stesso periodo [29].

L’incidenza dei V.P.N. in una serie di autopsie è in media tra il 50 ed il 55% dei casi con coinvolgi-



**Fig. 4.** Pleurodesi con talco in V.T.S. di versamento pleurico neoplastico sinistro secondario a tumore della mammella. Esito a distanza



**Fig. 5.** TC del torace: pleurodesi bilaterale con talco in V.T.S. di versamento pleurico neoplastico secondario a tumore della mammella. Esito a distanza

mento neoplastico delle pleure, come riportano Rodriguez-Panadero et al. [30].

Nei versamenti pleurici neoplastici secondari, soprattutto da cancro del polmone o della mammella, più frequenti del mesotelioma, la diffusione neoplastica avviene in genere per via ematica e la pleura viscerale è coinvolta nell’87% dei casi mentre quella parietale nel 47% (sempre nella stessa serie autoptica). Il versamento pleurico neoplastico recidivante pone una sfida severa ai clinici, se si considera che le tecniche di pleurodesi sono state introdotte da circa un secolo, ma ancora non si è trovata la procedura ideale ed il migliore mezzo per ottenerla. In teoria la pleurodesi andrebbe fatta con una procedura minimamente invasiva, con un farmaco poco costoso, facilmente reperibile in tutto il mondo, molto efficace e privo di effetti collaterali.

Il trattamento dei versamenti pleurici neoplastici per molto tempo è stato limitato alle toracentesi ripetute ed al drenaggio pleurico con tubo senza pleurodesi. Ma la percentuale di recidive del versamento era molto elevata, riguardando circa i due terzi dei pazienti. Quindi si è reso necessario trovare una terapia efficace soprattutto per i pazienti in buone condizioni generali e con una aspettativa di vita prolungata. Sono state usate molte sostanze per il controllo locale del versamento, (Tab. 1) anche se in fondo si riducono a due categorie di farmaci: 1) agenti citostatici e 2) sostanze sclerosanti che indipendentemente dall'uso specifico avessero capacità di determinare la formazione di tenaci aderenze fino ad obliterare lo spazio pleurico, in pratica riproducendo il meccanismo patologico di un fibrotorace. Alcuni chemioterapici antitumorali hanno anche azione sclerosante come le mostarde azotate e la bleomicina.

Ma i primi tentativi condotti alla metà degli anni settanta con vari farmaci antineoplastici furono abbandonati per la elevata tossicità (nausea, vomito, febbre, dolore intenso, depressione midollare) ed una efficacia in media intorno al 50-60%. Ugualmente tossico si mostrò un antimalarico ed anti-protozoarico, la quinacrina, pur arrivando ad una efficacia iniziale dell'80% in alcune casistiche.

Era necessario pertanto trovare una sostanza che avesse dei requisiti ben precisi:

- efficacia nel determinare una reazione fibrosa intensa della pleura,
- scarsa tossicità sistemica e locale,
- ridotta incidenza di complicanze,
- facilità di somministrazione,
- costi ridotti.

Gli studi fin allora condotti avevano stabilito che era indispensabile evacuare mediante il drenaggio con tubo tutto il versamento presente nel cavo pleurico e che dopo la somministrazione il drenaggio andava rimosso solo quando si raggiungeva una netta riduzione della produzione giornaliera di liquido (< 100 ml). La scoperta che le tetracicline (un antibiotico ad ampio spettro) rispondevano a gran

parte dei requisiti richiesti ne fece ben presto il farmaco di scelta e si diffuse rapidamente la metodica che le utilizzava mediante il tubo di drenaggio pleurico senza necessità di adottare procedure chirurgiche più invasive. Unici inconvenienti erano il dolore intenso da esse provocato, che richiedeva la somministrazione preventiva nel cavo pleurico di un anestetico locale e la riduzione di efficacia che si aveva con il passare del tempo (recidive del 50% circa a 90 giorni) [31].

Ma agli inizi degli anni '90 per motivi economici e per l'avvento di farmaci più efficaci per la terapia antibiotica la produzione di tetracicline fu quasi completamente sospesa e si rese necessario utilizzare un altro mezzo per realizzare la pleurodesi. Tale sostanza fu individuata nel talco che era già stato usato come sostanza sclerosante nel torace da Bethune [32], e che Chambers nel 1958 per primo aveva suggerito che poteva essere usato per il trattamento palliativo di tale affezione, ma che poi era andato in disuso [33].

La metodica di somministrazione più efficace era mediante nebulizzazione e pertanto si prestava ottimamente all'uso in videotoroscopia che negli stessi anni cominciava ad affermarsi per il trattamento di alcune patologie. Il talco per il passato presentava una quota di amianto che poteva essere pericolosa nel lungo periodo per il rischio di essere un fattore favorente nella formazione del mesotelioma. Attualmente il talco prodotto è garantito senza amianto e sterilizzato ai raggi gamma e la polverizzazione può essere effettuata a temperatura ambiente.

Il talco è oggi il farmaco di scelta per efficacia, facile preparazione e somministrazione, pur presentando alcuni dubbi sulla possibilità di scatenare crisi di insufficienza respiratoria acuta anche mortale [34]. Però va detto che tuttora continua la ricerca di altri farmaci in alternativa: ad esempio Tange et al. [35] impiegano l'eritromicina alla dose di 1g. in 30 ml di soluzione glucosata al 5%, determinando infiammazione pleurica reattiva ed una efficacia dell'84,6% e Vidyasagar et al. [36] la vincristina con un'efficacia dell'80% ma su di un gruppo di soli 15 pazienti. Ugualmente Shoji et al. [37] utilizzano dei farmaci antineoplastici quali il 5-fluorouracile e il cisplatino, ma servendosi di un sistema impiantabile con catetere endopleurico posizionato con metodica videotoroscopica, con una sopravvivenza mediana di 403 giorni (range 209-792), e riportando come complicanza importante solo un episodio di emotorace in un paziente alla ottava somministrazione dei farmaci. Akopov et al. [38] riferiscono di aver usato della polvere di collagene alla dose di 1g. nebulizzata in videotoroscopia, ottenendo una pleurodesi efficace nel 89% dei casi.

**Tabella 1.** Sostanze utilizzate per la pleurodesi

Bleomicina	Nitrato d'argento
Mitoxantrone	Talco nebulizzato
Tiotepa	Talco diluito ("slurry")
Cisplatino	Quinacrina
Doxorubicina	Alcool
Mustine	Interferone a-2b
Minociclina	Corynebacterium parvum
Doxiciclina	OK-432 (Streptococcus pyogenes)
Eritromicina	SSAg (superantigene stafilococcico)

## Fattori che influenzano la pleurodesi nei versamenti pleurici neoplastici

L'efficacia della pleurodesi, escludendo gli errori di tecnica nell'esecuzione della procedura, può essere influenzata da numerosi fattori. Tra di essi: la incompleta evacuazione del liquido pleurico, l'entità dell'infiltrazione neoplastica della pleura, le condizioni generali del paziente e il Performance Status (Tab. 2). Lee [39] raccomanda una pleurodesi realizzata precocemente, usando come farmaco di elezione il talco, nonostante siano stati riportati casi di ARDS mortali con un meccanismo fisiopatologico non ben chiarito. Non sembra influenzare l'efficacia della procedura una irregolare distribuzione della sospensione di talco, come è dimostrato dal lavoro di Mager et al. [40] dove con mezzi scintigrafici (talco marcato con  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi) si è visto che pur essendo ineguale la distribuzione del talco nel 75% dei casi, l'efficacia (85%) non ne risulta incificata ai fini della pleurodesi. Pertanto è inutile sottoporre i pazienti a rotazione periodica dopo la introduzione del farmaco in cavo pleurico.

Il talco determinerebbe pleurodesi mediante infiammazione della pleura: si ha aumento dei polimorfonucleati neutrofili, incremento dei macrofagi e dell'interleuchina 8 e della proteina chemotattica dei monociti 1 (MCP-1). Ciò determina delle variazioni morfologiche con formazione di tessuto di granulazione con cellule giganti inglobanti il talco (reazione da corpo estraneo) ed at-

tivazione di fibroblasti e macrofagi. La pleurodesi con talco non sembra in grado di svolgere una attività antineoplastica [41]. Non risulta invece che si determini nel medio-lungo periodo un deficit della funzione respiratoria come riferiscono Ukalet et al. [42] che hanno studiato l'effetto della pleurodesi con follow-up fino a 102 mesi mediante spirometria ed esami emogasanalitici. Alcuni parametri quali la V.E.S., la proteina C-reattiva, la conta dei leucociti e la febbre possono essere utilizzati anche per il valore predittivo sull'efficacia, soprattutto la febbre ( $> 38^\circ$ ) a 8 e 48 ore è indicativa di un buon risultato [43].

Circa l'influenza del pH gli articoli di Heffner et al. del 2000 indicano un cut point =  $o >$  di 7.15, al di sotto del quale aumenta il rischio di fallimento della procedura [44, 45].

Non è valido invece il pH quale mezzo predittivo di sopravvivenza in tali malati. Burrows et al. [46], invece indicano il KPS solo parametro valido predittivo di sopravvivenza: un KPS  $> 70$  corrisponde ad una sopravvivenza mediana di 395 giorni, mentre un paziente con KPS  $< 30$  ha una sopravvivenza media di soli 34 giorni.

## Tecnica di effettuazione della pleurodesi con talco nei V.P.N.



La diagnosi di V.P.N. si può ottenere prima del trattamento mediante esame citologico sul liquido pleurico ottenuto mediante toracentesi.

I pazienti con diagnosi di malignità del versamento pleurico possono essere sottoposti a pleurodesi mediante talco in V.T.S. se rispondono ai seguenti requisiti:

- fallimento o inefficacia dei trattamenti sistemici (chemioterapia, radioterapia, ormonoterapia);
- dispnea ingravescente, dopo breve tempo dalla toracentesi evacuativa (7-10 giorni), per rapido riformarsi del versamento;
- assenza di polmone intrappolato.

Nei pazienti con versamento diagnosticato durante la toracosopia i criteri per una immediata pleurodesi sono:

- evidenza macroscopica di malignità o esame istologico estemporaneo positivo per cellule maligne;
- storia di versamento pleurico ricorrente della durata di più di tre settimane, in un paziente con malattia neoplastica metastatica.

La tecnica di somministrazione in videotoroscopia è molto semplice: il paziente viene posizionato in decubito laterale obliquo dal lato opposto al versamento. L'anestesia praticata è la associazione di anestesia locale e M.A.C.

**Tabella 2.** Cause di insuccesso della pleurodesi

### Cause legate all'ospite

- Condizioni generali scadute (Karnofsky p.s.)
- Diffusione della malattia neoplastica
- Aspettativa di vita  $< 1$  mese
- Presenza di un "trapped lung"

### Cause legate alla sostanza usata (pleurodesi chimica)

- Dosaggio insufficiente della sostanza
- Errata somministrazione e diffusione della sostanza
- Interruzione della somministrazione per insorte complicazioni
- Inefficacia della sostanza
- Elevata tossicità del prodotto

### Cause legate a fattori istologici e biumorali

- Estesa infiltrazione neoplastica della pleura
- Istologia della neoplasia pleurica
- Ridotta risposta sistemica all'infiammazione
- Aumentata fibrinolisi pleurica
- Valore del PH del liquido pleurico

(monitored anaesthesia care) che consiste in una sedazione più o meno profonda associata all'analgesia. I pazienti vengono premedicati prima dell'inizio della procedura e poi una seconda dose dei farmaci va aggiunta 6-8 minuti prima della nebulizzazione del talco, soprattutto a scopo antalgico. Tutti i pazienti vengono monitorati: si valuta la saturazione di O<sub>2</sub>, l'ECG, la frequenza cardiaca e la pressione arteriosa media; inoltre è necessaria l'assistenza con ossigeno in maschera dopo la seconda dose di farmaci.

Il sito di accesso unico è scelto il più in basso possibile, sulla linea ascellare media tra il 6° e il 7° spazio intercostale. Dopo aver aspirato tutto il liquido presente, si procede ad una esplorazione accurata del cavo pleurico e se necessarie vengono effettuate diverse biopsie per diagnosi. In caso di sindrome da polmone intrappolato (trapped lung), con un polmone atelettasico e ricoperto da pleura ispessita e francamente patologica, la pleurodesi non viene eseguita, mentre un'estesa e diffusa infiltrazione neoplastica della pleura parietale, pur non rappresentando una controindicazione assoluta alla pleurodesi ne pregiudica fortemente il risultato, in quanto è ostacolato il contatto e la successiva sinfisi dei due foglietti pleurici. Alla fine delle procedure diagnostiche viene usato come agente sclerosante del talco deasbestizzato sterile (confezione da 3-6 grammi), che viene distribuito uniformemente sulla superficie pleurica usando una cannula in pvc attraverso lo stesso foro toracostomico praticato per la videotoracosopia e procedendo alla sua nebulizzazione con pressione leggera e costante in modo da distribuire il talco in maniera omogenea. Dopo la nebulizzazione di una parte del contenuto del flacone si può controllare sotto visione diretta la distribuzione del talco e riposizionando la cannula ripetere la manovra nei punti in cui l'applicazione è ritenuta insufficiente. Nei casi di estesa e spesso infiltrazione neoplastica della pleura parietale è opportuno usare una dose doppia di talco per avere la stessa efficacia.

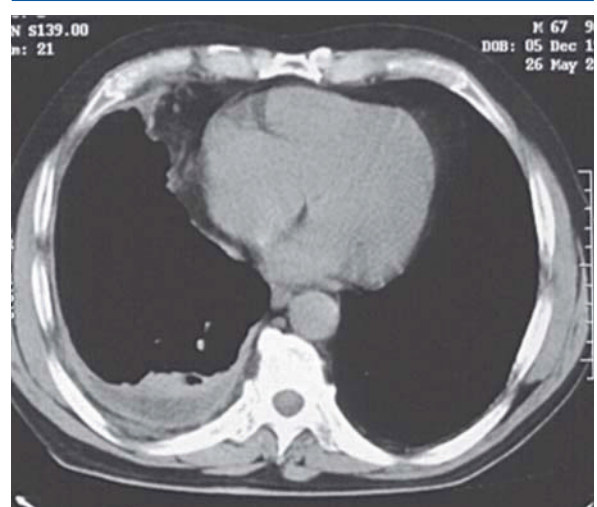
Rimosso il toracoscopio si posiziona, utilizzando lo stesso orifizio un tubo di drenaggio endopleurico di grosse dimensioni (28-32 FR.), orientandolo nello spazio costo-vertebrale in basso. Un buon posizionamento del tubo facilita la fuoriuscita del liquido residuo rendendo più efficace la pleurodesi.

Può essere utile applicare una modica aspirazione per favorire la riespansione polmonare e di conseguenza il contatto fra le due pleure. Il tubo di drenaggio è lasciato in sede fino a quando la produzione giornaliera di liquido si riduce a < 100 ml ed in genere ciò avviene in 3-5 giorni.

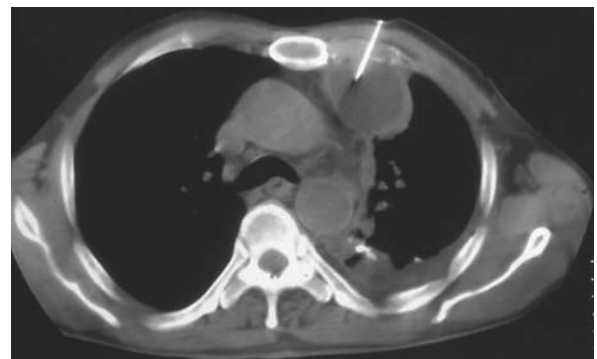
Uno degli indicatori clinici dell'efficacia della

pleurodesi è il viraggio del colore del liquido pleurico da siero-ematico a giallo-citrino. Il successo della procedura viene valutato con parametri clinici e strumentali. I pazienti con regressione della sintomatologia respiratoria e scomparsa alla radiografia del torace del versamento pleurico ad un mese, sono considerati con risposta completa al trattamento. L'evidenza radiologica di un minimo versamento pleurico (circa 500 ml) ma senza necessità di un ulteriore trattamento corrisponde ad una risposta parziale (Fig. 6). In alcuni casi si ha la formazione di raccolte saccate che possono essere trattate con aspirazione su guida della T.C. e successiva introduzione di talco "slurry" per una pleurodesi iterativa limitata (Figg. 7, 8).

Tutti gli altri casi sono considerati fallimentari.



**Fig. 6.** TC del torace: risultato parziale di pleurodesi con talco nebulizzato in V.T.S. di versamento pleurico neoplastico



**Fig. 7.** TC del torace: risultato parziale di pleurodesi sinistra con talco in V.T.S. di versamento pleurico neoplastico secondario a tumore del polmone. Aspirazione con ago



**Fig. 8.** TC del torace: risultato parziale di pleurodesi sinistra con talco nebulizzato in V.T.S. di versamento pleurico neoplastico secondario a tumore del polmone. Trattamento iterativo di pleurodesi con iniezione di talco "slurry"

### Risultati della pleurodesi nei V.P.N.

Vari autori considerano il trattamento dei versamenti pleurici neoplastici primitivi e secondari mediante l'uso del talco in videotoroscopia il "gold standard" attuale di tale patologia. Shaw et al. [47] in una revisione di 36 trials di pleurodesi comprendente 1499 pazienti, hanno trovato che la sostanza più efficace è il talco somministrato in videotoroscopia.

Dresler et al. [48] valutano la comparazione tra talco insufflato in videotoroscopia e il talco "slurry" con una efficacia nei casi di neoplasia del polmone e mammella dell'82 e del 67% rispettivamente, ma con una maggiore incidenza di complicanze respiratorie (14% vs 6%).

Invece Erikson et al. [49] in un gruppo di pazienti con cancro dell'ovaio hanno riscontrato una efficacia della pleurodesi con talco somministrato in V.T.S. del 100% (12 casi) vs del 77% nella pleurodesi con tubo toracostomico.

Brunagel et al. [50] confermano anch'essi la validità della pleurodesi con talco nebulizzato in V.T.S. con solo due recidive su 47 procedure.

Anche Schulze et al. [51] in 105 V.T.S. e pleurodesi con talco riferiscono una efficacia del 94,3% a sei mesi.

Come pure De Campos et al. [52] con una efficacia del 93,4% in 393 procedure V.T.S. + pleurodesi con talco.

Diacon et al. [53] confermano la superiore efficacia del talco somministrato in V.T.S. rispetto alla bleomicina iniettata per tubo toracostomico con percentuali di successo a 30 giorni dell'87% e del 59% rispettivamente, ma il controllo a 6 mesi conferma il risultato ottenuto con il talco (87%) mentre per la bleomicina essa scende al 35%.

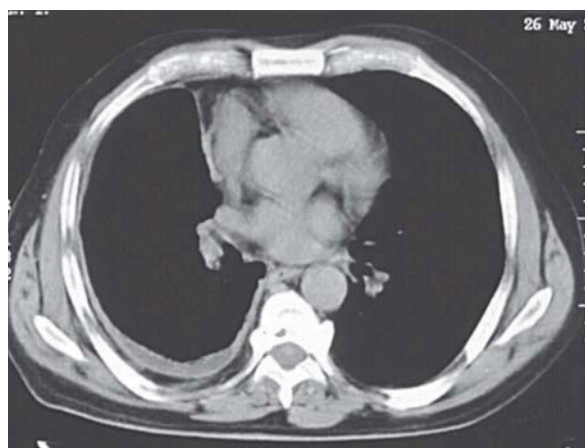
Viallat e Boutin [29] riportano su 360 pazienti trattati con pleurodesi con talco in toroscopia, una efficacia del 90,2% ad un mese e dell'82,1% fino all'exitus. Ukale [42] comparando l'efficacia di talco e quinacrina dopo toroscopia su 110 pazienti ha trovato la necessità di ripetere il trattamento nel 7% dei primi e del 31% dei secondi.

Quasi tutti gli autori comunque pongono l'accento sulla necessità di procedere alla pleurodesi in una fase quanto più precoce possibile dopo aver ottenuto la diagnosi definitiva e che essa non interferisce su terapie sistemiche (chemioterapia, ormonoterapia) concomitanti.

La pleurodesi con talco in videotoroscopia è anche utilizzata quale fase preparatoria (10-15 giorni prima) all'intervento di pleuropneumectomia per mesotelioma maligno. La fusione dei due foglietti pleurici favorisce l'individuazione e la creazione di un piano di clivaggio tra pleura parietale e fascia endotoracica.

### La pleurodesi nei versamenti pleurici benigni

L'esecuzione di una procedura di pleurodesi viene talora riportata anche per i versamenti pleurici benigni, cronici e ricorrenti (Fig. 9). Naturalmente è fondamentale giungere ad una diagnosi di certezza ed evitare di trattare empiricamente un versamento persistente con la pleurodesi, in quanto si rischia in tal modo di misconoscere una neoplasia pleurica e di ritardare la diagnosi. È opportuno perciò eseguire una indagine videotoroscopica con esami biotipici multipli della pleura ed esame anatomo-patologico intraoperatorio. Ma una diagnosi incerta deve far rinviare la procedura di pleuro-



**Fig. 9.** Pleurodesi con talco in V.T.S. di versamento pleurico destro benigno persistente. Esito a distanza

desi al momento di definizione della diagnosi con esame istologico tradizionale e con l'ausilio dell'immunoistochimica.

Cardillo et al. [54] riferiscono di aver trattato 79 pazienti con versamento pleurico recidivante benigno su di un totale di 690 operati in V.T.S. per versamento pleurico, tutti trattati in anestesia generale. A tutti è stata somministrata una dose di 5g. di talco nebulizzato, ma solo dopo aver ottenuto una specifica diagnosi istologica.

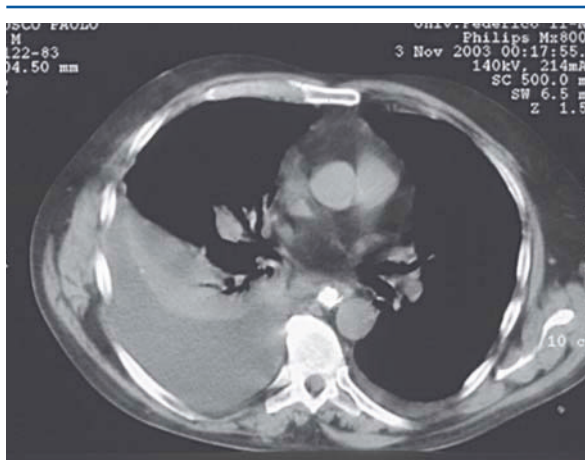
De Campos et al. [52] hanno osservato 108 pazienti con versamento pleurico benigno e sottoponendoli a videotoroscopia e pleurodesi con talco nebulizzato con una percentuale di successo del 97%, sebbene 7 (7%) di essi abbia richiesto una seconda toroscopia per il controllo definitivo del versamento. Comunque, nonostante la facilità della metodica suggerisce cautela per il rischio di indurre ARDS, talora fatale in una piccola percentuale di soggetti.

## La pleurodesi quale trattamento del chilotorace



Le cause che determinano un chilotorace sono varie e possono essere classificate in congenite (effettivamente comuni solo nei primi giorni di vita), traumatiche e non traumatiche. Le non traumatiche originano dalle neoplasie che determinano una ostruzione del drenaggio linfatico. Infine le traumatiche rappresentate dalle post-chirurgiche e da quelle conseguenti ad un trauma toracico importante.

Si può infatti determinare un danno al dotto toracico durante interventi sull'esofago, sul polmone, cuore, aorta, diaframma, colonna vertebrale e molto più raramente dopo interventi sull'addome (Fig. 10).



**Fig. 10.** TC del torace: chilotorace destro post-gastrectomia totale

L'incidenza di un chilotorace dopo esofagectomia varia tra lo 0,5% ed il 3% di varie casistiche. In una revisione di 537 resezioni esofagee Bolger et al. [55] hanno riscontrato una incidenza dello 0,2% di chilotorace dopo 442 resezioni per via toracica, mentre in 95 resezioni transiatali si è verificato nel 10,5% dei pazienti.

In una revisione più recente di 1787 esofagectomie l'incidenza è stata praticamente sovrapponibile nei due gruppi di pazienti: 1% nei 1237 operati per via toracotomica e 1,3% dei 464 trattati con esofagectomia transiatale [56].

Il chilotorace dopo resezione polmonare è alquanto raro: Cerfolio et al. [57] in una revisione della Mayo Clinic su 11000 pazienti sottoposti ad interventi toracici hanno evidenziato 47 (0,42%) casi di chilotorace postoperatorio. Di questi 13 avevano ricevuto una resezione polmonare. L'incidenza sembra maggiore dopo pneumonectomia o dopo estese linfadenectomie od estese dissezioni dell'ilo e delle regioni paratracheali. In genere il chilotorace che si determina dopo resezione polmonare può essere trattato in maniera conservativa più spesso che non quello conseguente ad intervento esofageo.

La diagnosi è relativamente semplice: si riscontra la presenza di chilo in torace allorché si procede o all'aspirazione mediante toracentesi o al drenaggio con tubo di un versamento evidenziato all'esame radiografico postoperatorio. Il trattamento conservativo prevede la sospensione dell'alimentazione orale, una nutrizione parenterale totale, un adeguato drenaggio del cavo pleurico e l'uso della somatostatina, che riducendo il flusso sanguigno a livello intestinale diminuisce la produzione giornaliera di chilo [58].

Un drenaggio inferiore ai 500 ml /die rappresenta un fattore predittivo favorevole alla guarigione con solo trattamento medico, mentre una perdita giornaliera superiore ai 1000 ml /die richiede una legatura del dotto toracico al di sopra dello hiatus.

La chiusura del dotto effettuata in passato per via toracotomica può essere eseguita anche in V.T.S. Fahimi et al. [59] riportano sei casi di chilotorace persistente (> 15 giorni) postoperatorio trattato in 4 pazienti con applicazione di endoclips ed in due casi in cui non fu possibile individuare la lesione del dotto, mediante applicazione di colla di fibrina e talco. Anche Graham et al. [60] riportano otto casi di chilotorace trattati con sola pleurodesi con talco per via toracoscopica.

Delle sostanze utilizzate per il trattamento di pleurodesi in corso di un chilotorace persistente refrattario alla terapia conservativa da sola, il talco sembra essere la sostanza più efficace anche se i pochi casi raccolti non consentono un giudizio sulla effettiva

efficacia (Figg. 11, 12). Si tratta comunque di una procedura relativamente semplice il cui unico rischio è quello di produrre un chilotorace multiloculato.

## Complicanze della pleurodesi

Le procedure di pleurodesi presentano in genere una percentuale di complicanze non elevata, qua-

si nessuna grave al punto da mettere in pericolo la vita del paziente. Naturalmente non sempre è possibile discernere in un paziente trattato, ad esempio per pneumotorace spontaneo, la complicità della fase strettamente chirurgica della procedura da quella collegata invece alla realizzazione della pleurodesi. Al proposito Gossot et al. [14] riferiscono quali complicanze del trattamento di 163 pazienti con pneumotorace spontaneo effettuato mediante resezione di bolle e abrasione pleurica meccanica: dolore 4,3%, emorragia 1,1%, versamento pleurico 1,1%, atelettasia 0,5% con un totale di complicanze dell'8,1%, anche se l'atelettasia e l'emorragia non possono essere con certezza attribuiti alla procedura di pleurodesi.

Più facilmente identificabili come correlabili alla pleurodesi i fenomeni di parestesie (sensazione di punture di aghi, intorpidimento) che Sihoe et al. [61] hanno riscontrato nel 60,3% dei pazienti trattati in V.T.S. per pneumotorace con resezione di bolle e pleurodesi e per il 7,4% di questi in forma severa con un follow-up a 19 mesi. Passlick et al. [62] in 78 pazienti con follow-up a 59 mesi hanno riscontrato dolore cronico nel 31,7% dei casi, ma mentre nei pazienti sottoposti a pleurectomia la percentuale è del 47,1%, in quelli con pleurodesi mediante abrasione pleurica è del 25,6%. Infine un 3,3% riporta un dolore molto intenso soprattutto in corrispondenza dei punti di introduzione dei trocar.

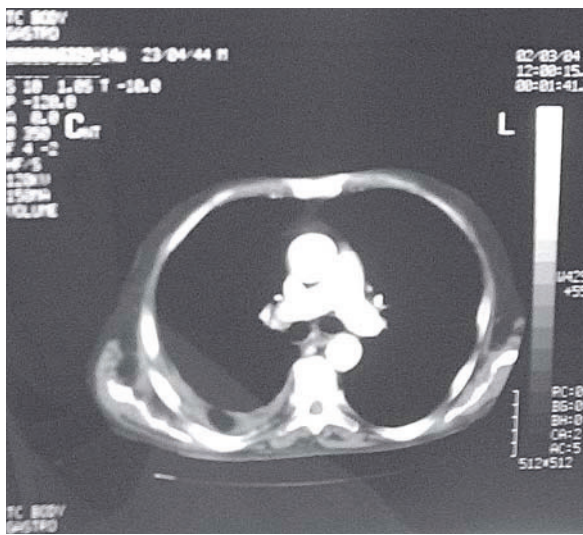
Va considerato che vari autori per quanto riguarda le complicanze affermano che sono statisticamente più frequenti nei casi di pneumotorace secondario, ma esse sono quasi completamente da attribuire alle manovre chirurgiche e non alla pleurodesi [17, 21, 63].

Chan et al. [64] riportano invece in 109 pazienti trattati con pleurodesi complementare mediante abrasione meccanica una incidenza di dolore lieve nel 23,9% e di dolore intenso nel 3,4% dei casi.

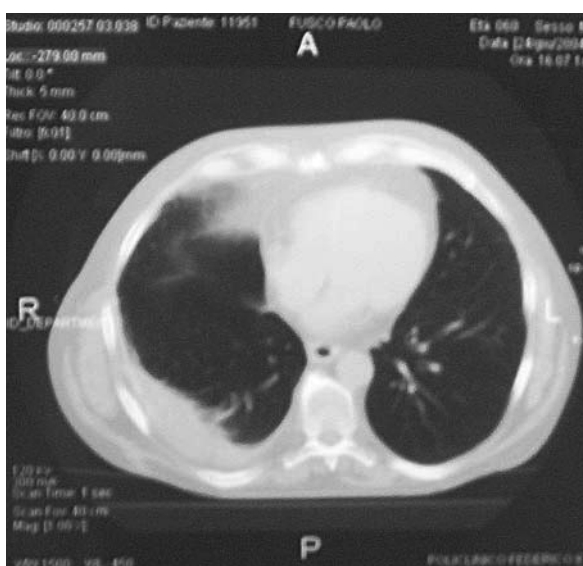
Tra le complicanze di tipo acuto legate alla procedura di pleurodesi con talco nei versamenti pleurici neoplastici, va ricordata la "acute respiratory distress syndrome" (ARDS) come riferisce Light [20] di 32 casi ricavati dalla letteratura internazionale, e la cui eziopatogenesi non è conosciuta, ma probabilmente collegata all'assorbimento sistemico del talco ed alla dose  $> 3$  g.

Ciò può avvenire in quanto il talco drenato dai linfatici subpleurici della pleura parietale, è trasportato ai linfonodi mediastinici ed al dotto toracico e quindi alla circolazione sistemica.

Bondoc et al. [65] riportano una desaturazione arteriosa in 8 (7%) di 120 pazienti con V.P.N. dopo pleurodesi con talco "slurry" con dolore, dispnea, febbre; per tre di essi si è reso necessaria una ven-



**Fig. 11.** TC del torace: trattamento mediante pleurodesi con talco (1ª dose) in V.T.S. di chilotorace destro



**Fig. 12.** TC del torace: trattamento iterativo mediante pleurodesi con talco (2ª dose) in V.T.S. di chilotorace destro. Esito a distanza

tilizzazione meccanica temporanea, con maggiore incidenza nella sua serie per i cancri dell'ovaio e della mammella.

West et al. [66] attribuiscono al talco la probabile capacità di dare embolizzazione sistemica anche se con altri cofattori.

Infine va ricordato che la pleurodesi non incide sulla sopravvivenza, come riferiscono Bernard et al. [67], ma sono la metastatizzazione diffusa almeno a 3-4 siti, la frequenza di toracentesi superiore a 2 per mese, i bassi valori di Hb ed albumina sierica che ne influenzano la durata.

## Conclusioni

La creazione di un fibrotorace artificiale mediante la pleurodesi, ottenuta con varie modalità, può essere di grande utilità in varie patologie toraciche.

La metodica si è rivelata molto efficace nel ridurre la percentuale di recidive nel trattamento chirurgico del pneumotorace.

Rappresenta inoltre il trattamento di scelta, anche se solo a scopo palliativo, nei versamenti pleurici neoplastici, effettuato in videotoroscopia mediante talco nebulizzato.

Può infine essere utilizzata con successo in casi selezionati di versamento pleurico benigno recidivante, di perdite aeree prolungate dopo resezione polmonare e di chilotorace non risolvibile con altre procedure.

## Bibliografia

- Colt HG, Russack V, Chiu Y et al (1997) A comparison of thoracoscopic talc insufflation, slurry and mechanical abrasion pleurodesis. *Chest* 111:442-448
- Levi JF, Kleinmann P, Riquet M et al (1990) Percutaneous parietal pleurectomy for recurrent spontaneous pneumothorax. *Lancet* 336:1577
- Inderbitzi RG, Leiser A, Furrer M et al (1994) Three year's experience in video-assisted thoracic surgery for spontaneous pneumothorax. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107:1410-1415
- Horio H, Nomori H, Fuyuno G et al (1998) Limited axillary thoracotomy vs video-assisted thoracoscopic surgery for spontaneous pneumothorax. *Surg Endosc* 12:1155-1158
- Bertrand PC, Regnard JF, Spaggiari L et al (1996) Immediate and long-term results after surgical treatment of primary spontaneous pneumothorax by V.A.T.S. *Ann Thorac Surg* 61:1641-1645
- Liu HP, Lin PJ, Hsieh MJ et al (1995) Thoracoscopic surgery as a routine procedure for spontaneous pneumothorax. *Chest* 107:559-562
- Gaensler EA (1956) Parietal pleurectomy for recurrent spontaneous pneumothorax. *Surg Gynecol Obstet* 102:293
- Thomas PA, Gebauer PW (1958) Pleurectomy for recurrent spontaneous pneumothorax. *J Thorac Surg* 35:117
- Deslauriers J, Beaulieu M, Despres JP (1980) Transaxillary thoracotomy for treatment of spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 30:35
- Horio H, Nomori H, Kobayashi R et al (2002) Impact of additional pleurodesis in video-assisted thoracoscopic bullectomy for primary spontaneous pneumothorax. *Surg Endosc* 16:630-634
- Kruger M, Ermitsch M, Uschinsky K et al (2003) Results of video-assisted thoracoscopic surgery for pneumothorax. *Zentralbl Chir* 128:645-651
- Hurtgen M, Linder A, Friedel G et al (1996) Video-assisted thoracoscopic pleurodesis. A survey conducted by the German Society for Thoracic Surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 44:199-203
- Pairolero PC, Payne SW (1986) The surgical management of recurrent or persistent pneumothorax. Abrasive pleurodesis. In: Kittle FC (ed): *Current controversies in Thoracic Surgery*, WB Saunders, Philadelphia p 43
- Gossot D, Galetta D, Stern JB et al (2004) Results of thoracoscopic pleural abrasion for primary spontaneous pneumothorax. *Surg Endosc* 18:466-471
- Maier A, Anegg U, Renner H et al (2000) Four-year experience with pleural abrasion using a rotating brush during video-assisted thoracoscopy. *Surg Endosc* 14:75-78
- Ohno K, Miyoshi S, Minami M et al (2000) Ipsilateral recurrence frequency after video-assisted thoracoscopic surgery for primary spontaneous pneumothorax. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 48:757-760
- Mouroux J, Elkaim D, Padovani B et al (1996) Video-assisted thoracoscopic treatment of spontaneous pneumothorax: technique and results of one hundred cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 112:385-391
- Horio H, Nomori H, Kobayashi R et al (2002) Impact of additional pleurodesis in video-assisted thoracoscopic bullectomy for primary spontaneous pneumothorax. *Surg Endosc* 16:630-634
- Bresticker MA, Oba J, LoCicero J III et al (1993) Optimal pleurodesis: a comparison study. *Ann Thorac Surg* 55:364-367
- Light R. W. (2000) Diseases of the pleura: the use of talc for pleurodesis. *Curr Opin Pulm Med* 6:255-258
- Kruger M, Ermitsch M, Uschinsky K et al (2003) Results of video-assisted thoracoscopic surgery for pneumothorax. *Zentralbl Chir* 128:645-651
- Suter M, Bettschart V, Vandoni RE (1997) Thoracoscopic pleurodesis for prolonged (or intractable) air leak after lung resection. *Eur J Cardiothorac Surg* 12:160-161
- Tschopp JM, Frey JG (2002) Treatment of primary spontaneous pneumothorax by simple talc poudrage under medical thoracoscopy. *Monaldi Arch Chest Dis* 57:88-92
- Gillet-Juvin K, Guerin JC (1991) Talc therapy during thoracoscopy of pneumothorax due to rupture of the bullae in emphysema. A study of 71 cases. *Rev Mal Respir* 8:289-293
- Tschopp JM, Boutin C, Astoul P et al (2003) ESMEVAT team. (European Study on Medical Video-Assisted Thoracoscopy) Talcage by medical thoracoscopy for primary spontaneous pneumothorax is more cost-effective than drainage: a random study. *Eur Respir J* 20:732-733

26. Hansen MK, Kruse-Andersen S, Watt-Boolsen S et al. (1989) Spontaneous pneumothorax and fibrin glue sealant during thoracoscopy. *Eur J Cardiothorac Surg* 3:512-514
27. Pollack JS (2002) Malignant pleural effusion: treatment with tunneled long-term drainage catheters. *Curr Opin Pulm Med* 8:302-307
28. Fujishima M, Nakayama T, Tatsuta M et al (2004) Distilled water pleurodesis for two breast cancer patients suffering from carcinomatous pleurisy. *Gan To Kagaku Ryoho* 31:1755-1757
29. Viallat JR, Boutin C (1998) Malignant pleural effusions: recourse to early use of talc. *Rev Med Interne* 19:811-818
30. Rodriguez-Panadero F (2000) Malignant pleural diseases. *Monaldi Arch Chest Dis* 55:17-19
31. Ruckdeschel JC, Moores D, Lee JY et al (1991) Intrapleural therapy for malignant pleural effusions. A randomized comparison of bleomycin and tetracycline. *Chest* 100:1528-35
32. Bethune N (1935) Pleural poudrage: new techniques for deliberate production of pleural adhesions as preliminary to lobectomy. *J Thorac Surg* 4:251-261
33. Chambers JS (1958) Palliative treatment of neoplastic pleural effusion with intercostal intubation and talc instillation. *West J Surg* 66:26-31
34. Marchi E, Teixeira LR, Vargas FS (2003) Management of malignancy-associated pleural effusion: current and future treatment strategies. *Am J Respir Med* 2:261-273
35. Tang X, Cheng D (1997) The value of erythromycin pleurodesis in the treatment of malignant pleural effusions. *Hua Xi Yi Ke Da Xue Xue Bao* 28:437
36. Vidyasagar MS, Ramanujam AS, Fernandes DJ et al (1999) Vincristine (Vinca-alkaloid) as a sclerosing agent for malignant pleural effusions. *Acta Oncol* 38:1017-1020
37. Shoji T, Tanaka F, Yanagihara K et al (2002) Phase II study of repeated intrapleural chemotherapy using implantable access system for management of malignant pleural effusion. *Chest* 121:821-824
38. Akopov AL, Egorov VI, Varlamov VV et al (2005) Thoracoscopic collagen pleurodesis in the treatment of malignant pleural effusion. *Eur J Cardiothorac Surg* 28:750-753
39. Lee YC, Light RW (2004) Management of malignant pleural effusions. *Respirology* 9:148-1456
40. Mager HJ, Maesen B, Verzijlbergen F et al (2002) Distribution of talc suspension during treatment of malignant pleural effusion with talc pleurodesis. *Lung Cancer* 36(1):77-81
41. Krismann M, Pieper K, Muller KM (1998) Pleural reaction pattern after talc pleurodesis. *Pathologie* 19:214-220
42. Ukale V, Bone D, Hillerdal G et al (1999) The impact of pleurodesis in malignant effusions on respiratory function. *Respir Med* 93:898-902
43. Ukale V, Agrenius V, Widstrom O et al (2004) Inflammatory parameters after pleurodesis in recurrent malignant pleural effusions and their predictive value. *Respir Med* 98:1166-1172
44. Heffner JE, Nietert PJ, Barbieri C (2000) Pleural fluid pH as a predictor of pleurodesis failure: analysis of primary data. *Chest* 117:87-95
45. Heffner JE, Nietert PJ, Barbieri C (2000) Pleural fluid pH as a predictor of survival for patients with malignant pleural effusions. *Chest* 117:79-86
46. Burrows CM, Mathews WC, Colt HG et al (2000) Predicting survival in patients with recurrent symptomatic malignant pleural effusions: an assessment of the prognostic values of physiologic, morphologic, and quality of life measures of extent of disease. *Chest* 117: 73-78
47. Shaw P, Agarwal R (2004) Pleurodesis for malignant pleural effusions. *Comment in ACP J Club* 141: 43
48. Dresler CM, Olak J, Herndon JE II et al (2005) Phase III intergroup study of talc poudrage vs talc slurry sclerosis for malignant pleural effusion. *Chest* 127:909-915
49. Erikson KV, Yost M, Bynoe R et al (2002) Primary treatment of malignant pleural effusions: videoassisted thoracoscopic surgery poudrage versus tube thoracostomy. *Am Surg* 68:955-959
50. Brunagel G, Decker P, Manekeller S et al (2002) Thoracoscopic video-assisted talcum pleurodesis (TTP) effective treatment of malignant pleural effusion. *Zentralbl Chir* 127:453-456
51. Schulze M, Boehle AS, Kurdow R et al (2001) Effective treatment of malignant pleural effusion by minimal invasive thoracic surgery: thoracoscopic talc pleurodesis and pleuroperitoneal shunts in 101 patients. *Ann Thorac Surg* 71:1809-1812
52. De Campos JR, Vargas FS, De Campos Werebe E et al (2001) Thoracoscopic talc poudrage: a 15 years experience. *Chest* 119:801-806
53. Diacon AH, Wyser C, Bolliger CT, Tamm M et al (2000) Prospective randomized comparison of thoracoscopic talc poudrage under local anesthesia versus bleomycin instillation for pleurodesis in malignant pleural effusions. *Am J Respir Crit Care Med* 162:1445-1449
54. Cardillo G, Facciolo F, Carbone L et al (2002) Long-term follow-up of video-assisted talc pleurodesis in malignant recurrent pleural effusions. *Eur J Cardiovascular Surg* 21:302-305
55. Bolger C, Walsh TN, Tanner WA et al (1991) Chylothorax after oesophagectomy. *Br J Surg* 78:587-588
56. Merigliano S, Molena D, Ruol A. (2000) Chylothorax complicating oesophagectomy for cancer: a plea for early thoracic duct ligation. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 119:453-457
57. Cerfolio RJ, Allen MS, Deschamps C (1996) Postoperative chylothorax. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 112:1361-1366
58. Kelly RF, Shumway SJ (2000) Conservative management of postoperative chylothorax using somatostatin. *Ann Thorac Surg* 69:1944-1945
59. Fahimi H, Casselmann FP, Mariani MA (2001) Current management of postoperative chylothorax. *Ann Thorac Surg* 71:448-451
60. Graham DD, MC Gahren ED, Tribble CG (1994) Use of video-assisted thoracic surgery in the treatment of chylothorax. *Ann Thorac Surg* 57:1507-1512
61. Sihoe AD, Au SS, Cheung ML et al (2004) Incidence of chest wall paresthesia after thoracoscopic surgery for primary spontaneous pneumothorax. *Eur J Cardiothorac Surg* 25:1054-1058
62. Passlick B, Born C, Siemel W (2001) Incidence of chronic pain after minimal-invasive surgery for spontaneous pneumothorax. *Eur J Cardiothorac Surg* 19:355-358
63. Galbis Carvajal M, Mafe Madueno JJ, Benlloch Carrion S et al. (2003) Video-assisted thoracoscopic surgery in the treatment of pneumothorax: 107 consecutive procedures. *Arch Bronconeumol* 39:310-313
64. Chan P, Clarke P, Daniel FJ et al (2001) Efficacy study of video assisted thoracoscopic surgery pleurodesis in the

- treatment of spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 71:452-454
65. Bondoc AY, Bach PB, Sklarin NT et al (2003) Arterial desaturation syndrome following pleurodesis with talc slurry: incidence, clinical features, and outcome. *Cancer Invest* 21:848-854
  66. West SD, Davies RJ, Lee YC (2004) Pleurodesis for malignant pleural effusions: current controversies and variations in practices. *Curr Opin Pulm Med* 10:305-310
  67. Bernard A, De Dompure RB, Hagry O et al (2002) Early and late mortality after pleurodesis for malignant pleural effusion. *Am Thorac Surg* 74:213-217

## Premesse

La pneumopatia bollosa è una patologia contrassegnata dalla presenza di uniche o multiple raccolte aeree intrapolmonari secondarie per lo più ad enfisema.

La *bleb* deriva da una rottura alveolare sottopleurica. È solitamente localizzata agli apici del polmone, la sua parete esterna viene composta dalla pleura viscerale, risulta di dimensioni contenute anche se a volte può raggiungere diametri anche ragguardevoli. La si riscontra soprattutto nei pazienti portatori di pneumotorace spontaneo primitivo che viene trattato in un capitolo specifico.

La *bulla* origina anch'essa da un processo distruttivo degli alveoli polmonari, ma a sede più profonda, le sue pareti risultano formate da resti del polmone distrutto, all'interno può contenere trabecole fibrose, residui dei setti interlobari o anche piccoli bronchioli terminali beanti. Le sue dimensioni sono superiori ad almeno un centimetro, può essere sessile ed a volte pedunculata.

Le bullae possono essere associate a qualsiasi tipo di enfisema, da quello centrolobulare a quello panlobulare o diffuso, a quello parasettale.

Wakabayashi distingue 4 tipi di bullae enfisematose in base alla loro forma, sede, struttura interna [1, 2, 3] (Tab. 1).

**Tabella 1.** Classificazione di Wakabayashi delle *bullae* enfisematose

Tipo I

*Bullae* palloniformi con parete interna liscia e priva di trabecole

Tipo II

*Bullae* localizzate solitamente all'apice del polmone o all'estremo superiore dei segmenti apicale o anteriore

Tipo III

*Bullae* distribuite in modo diffuso e con parete interna contenente numerose trabecole

Tipo IV

*Bullae* simili al tipo I con residui di trabecole al loro interno

La pneumopatia bollosa colpisce solitamente forti fumatori di età superiore ai 45 anni e comporta progressive alterazioni dei parametri spirometrici ed emogasanalitici. Le bolle, del tipo 2, possono essere mono o bilaterali, di dimensioni variabili, localizzate soprattutto nei lobi superiori. Nel caso raggiungano dimensioni tali da occupare anche più di un terzo dell'emitorace, si parla di enfisema bollosa gigante (GBE), di riscontro più raro e contrassegnato da bolle del tipo 1 e 4 [3].

Le bolle esercitano una compressione sul parenchima polmonare circostante, che può avere aspetto normale. Il loro trattamento chirurgico consente per lo più un sensibile miglioramento delle condizioni respiratorie del paziente.

Le relative opzioni chirurgiche fino ad oggi considerate sono state molteplici.

Partendo dal semplice drenaggio intracavitario [4] si è arrivati al trattamento con Argon [5], alla pneumoplastica con laser [6, 7], all'utilizzo di colla di fibrina [8] per poi giungere alla legatura [9], alla plicatura [10], alla resezione su stapler o bullectomia [1], all'escissione con bisturi ad ultrasuoni associato a Ligasure (LVSS) [11] fino alla lobectomia polmonare.

L'approccio toracotomico rappresenta in molti casi una scelta obbligata, fornendo la possibilità di una bonifica completa delle zone bollose.

Per molti pazienti tuttavia l'intervento in toracotomia potrebbe essere mal tollerato. Lo sviluppo ed il successo della videotoracosopia ha reso possibile l'estensione dell'indicazione chirurgica anche a pazienti in condizioni respiratorie critiche, garantendo un recupero postoperatorio più rapido ed un sensibile miglioramento clinico [9, 11].

## Indicazioni

Non tutti i pazienti con pneumopatia bollosa sono candidabili all'intervento. La patologia può essere monitorata e trattata in modo conservativo nei casi asintomatici con quadro bollosa contenuto e cir-

coscritto e nei casi con gravi controindicazioni funzionali.

La chirurgia può risultare necessaria tanto nei pazienti eupnoici quanto in quelli dispnoici.

### Pazienti eupnoici

In questi pazienti con dati spirometrici ed emogasanalitici non ancora compromessi, l'intervento viene proposto in caso di complicanza della patologia bollosa o come trattamento preventivo della complicanza stessa.

#### Presenza di una complicanza

Le complicanze a cui può andare incontro la pneumopatia bollosa sono rappresentate da:

- *Pneumotorace* secondario al primo episodio con fuga aerea protratta o recidivo.
- *Infezione della bolla* refrattaria al trattamento medico.
- *Emottisi*. È una complicanza rara dovuta alla rottura di vasi polmonari resi fragili e sottili dal processo di distruzione alveolare.
- *Presenza di una neoplasia o di una lesione altamente sospetta*. La comparsa di una neoplasia polmonare risulta di incidenza nettamente più elevata nei pazienti affetti da enfisema bolloso (6.1% vs. 0.19%) [12]. È verosimile che la cancerogenesi sia favorita dalla presenza di zone distrofico-cicatriziali riscontrabili nelle zone bollose o dal difficoltoso smaltimento delle sostanze cancerogene a livello delle bullae, solitamente ipoventilate [13, 14, 15, 16].

#### Prevenzione delle complicanze

Una bolla complicata può comportare problematiche anche molto gravi. Si aggiunge che la stessa compressione esercitata sul polmone circostante determina col tempo una sofferenza parenchimale maggiore con minore possibilità di recupero funzionale dopo l'intervento. Per tali motivi viene proposto un atteggiamento chirurgico più aggressivo, esteso anche ai pazienti asintomatici e non complicati, essendo il trattamento in urgenza di una complicanza gravato da una maggiore morbilità.

Le condizioni che consigliano un trattamento chirurgico preventivo sono rappresentate da:

- Presenza di una bolla che occupi più di un terzo di un emitorace.

- Aumento nel tempo delle dimensioni della bolla.
- Presenza di parenchima polmonare compresso e di aspetto normale [1].

### Pazienti dispnoici

L'intervento chirurgico permette spesso un buon recupero funzionale nel paziente dispnoico grazie al verificarsi delle seguenti condizioni:

- Riduzione del danno compressivo esercitato dalle bolle su polmone, mediastino, emidiaframma.
- Miglioramento del rapporto ventilazione/perfusione.
- Ablazione di aree di spazio morto ventilatorio
- Riduzione delle resistenze aeree.
- Miglioramento dell'elastanza polmonare.
- Miglioramento emodinamico [1, 17].

In genere le pneumopatie caratterizzate da bolle di dimensioni grandi, numericamente contenute e monolaterali permettono migliori risultati chirurgici rispetto a quelle contrassegnate dalla presenza di bolle piccole, multiple, bilaterali [1].

I pazienti da esaminare in ottica chirurgica dovranno essere sottoposti ad un'accurata valutazione morfologico-funzionale cardiopolmonare.

Lo studio morfologico si avvarrà del radiogramma del torace e soprattutto della HRCT che fornirà importanti informazioni sul numero, sede, grandezza delle bolle, sul grado di compressione parenchimale, sullo stato e sulla vascolarizzazione del polmone circostante (Figg. 1, 2, 3, 4, 5).

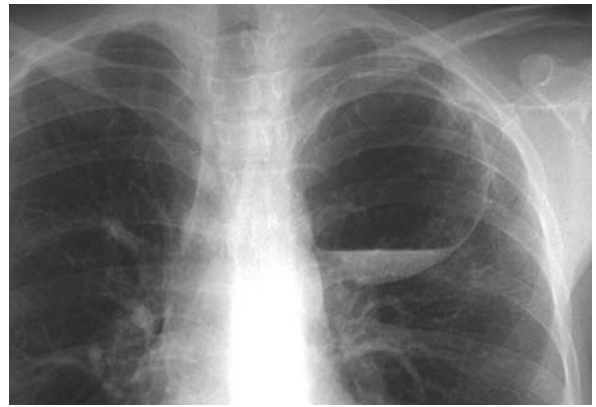
Lo studio funzionale invece renderà necessaria l'esecuzione della spirometria, del test di diffusione alveolare del monossido di carbonio (DLCO), della scintigrafia polmonare perfusionale ed inalatoria, dell'emogasanalisi. Utile risulterà a completamento l'ecocardiografia per valutare eventuali ripercussioni cardiache della patologia bollosa [1, 18].

### Accessi e tecnica chirurgica

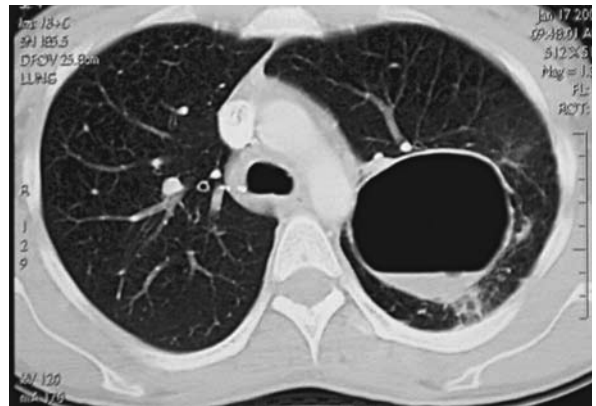
Tra le diverse tecniche proposte l'intervento di bullectomia rappresenta sicuramente l'opzione chirurgica più seguita. Il razionale risiede proprio nel fatto che l'ablazione della bolla permette la riespansione ed il recupero funzionale di aree di parenchima adiacente compresse ma potenzialmente funzionanti [1]. L'intervento di bullectomia può essere agevolmente effettuato in VATS e, grazie alla mininvasività della tecnica, può essere esteso anche a pazienti critici con scarsa tollerabilità alla toracotomia.



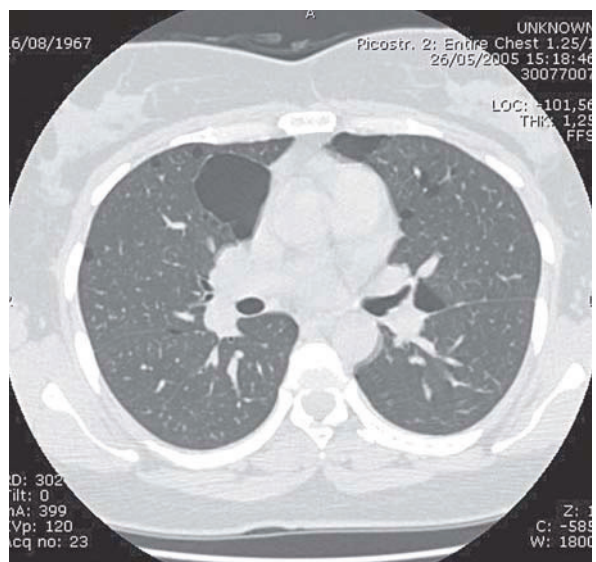
**Figg. 1 a, b.** Bolla solitaria infetta del lobo superiore del polmone sinistro. Radiogramma del torace in due proiezioni. Si nota un livello idroaereo



**Fig. 2.** Particolare del radiogramma del torace in AP



**Fig. 3.** Quadro TC del medesimo caso



**Fig. 4.** Pneumopatia bollosa multipla bilaterale. Quadro TC

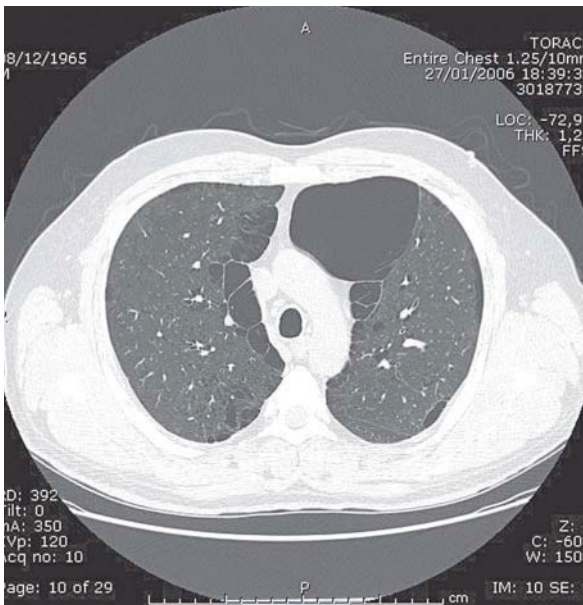


Fig. 5. Pneumopatia bollosa multipla bilaterale Quadro TC

### Bolla gigante solitaria



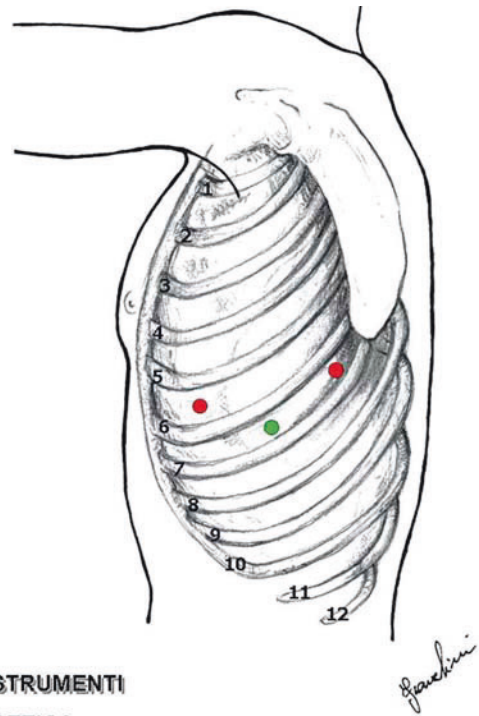
Si impiega solitamente la tecnica a tre porte. La prima porta (ottica) viene selezionata al 6°-7° spazio intercostale sulla LAM (12 mm); viene utilizzato un videotorascopio da 10 mm a 0°.

Le altre due porte (strumenti) vengono scelte al 6°-7° spazio intercostale sulla LAP (7 mm) ed al 5°-6° spazio intercostale sulla LAA (20 mm) (Fig. 6).

La bolla viene collassata perforandone la parete con l'elettrobisturi ad uncino e questa manovra permette una migliore visione operatoria ed una maggiore libertà di manovra (Fig. 7). In particolare consente di mettere bene in luce la base di impianto della bolla, solitamente rappresentata da un peduncolo, e la linea di confine col parenchima sano circostante. L'esposizione del peduncolo risulta ancora migliore torcendo la bolla sul suo asse longitudinale: in tal modo si agevola l'accesso chirurgico ed il posizionamento dell'Endostapler [19].

Si esegue la bullectomia utilizzando una suturatrice meccanica da 45 mm protetta, quando ritenuto necessario, da una guaina di rinforzo (PTFE, pericardio bovino) (Fig. 8).

Alcuni Autori effettuano l'intervento di bullectomia in tre passaggi (VATS stepwise resection technique) comprendenti l'afflosciamento della bolla, la sua legatura con sezione della parete esuberante, la sua resezione finale su Endostapler, agevolata dalla riduzione volumetrica della bolla indotta dalla fase precedente di legatura-sezione [20].



- STRUMENTI
- OTTICA

Fig. 6. Intervento di bullectomia. Accessi toracoscopici

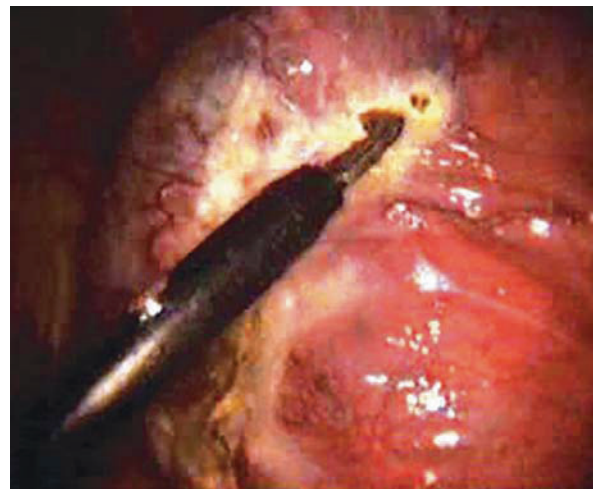


Fig. 7. Bolla gigante solitaria del polmone (lobo superiore sinistro). Desufflazione con *crochet*

L'induzione della pleurodesi non è necessaria. Si controllano l'emostasi e l'aerostasi: in particolare si valuta la trancia di sezione che viene eventualmente cosparsa di colla di fibrina o cianoacrilato [11]. L'intervento termina col posizionamento di 1-2 drenaggi toracici (28-32F) fatti fuoriuscire dalle porte toracoscopiche anteriore e media (Tab. 2).



**Fig. 8.** Bolla gigante solitaria del polmone. Desufflata e liberata la bolla da eventuali aderenze si esegue la resezione su Endostapler del suo peduncolo

### Patologia bollosa multipla



Gli accessi toracoscopici vengono selezionati secondo una triangolazione analoga a quella effettuata in caso di bolla gigante solitaria.

Viene eseguita un' esplorazione accurata del cavo pleurico e vengono identificate le aree affette da patologia bollosa (Fig. 9).

Le bolle vengono liberate da eventuali aderenze per visualizzarne meglio la base di impianto, solitamente sessile. Se necessario le bolle più voluminose possono essere collassate previa perforazione della loro parete con l'elettrobisturi ad uncino.

Ciascuna bolla viene quindi resecata alla sua base, al confine col parenchima polmonare risparmiato, con Endostapler 35 o 45 mm (Fig. 10). Quando possibile è opportuno eseguire una sutura protetta con guaina di PTFE o di pericardio bovino (solitamente 3-4 cariche per bolla). Sarà fondamentale, per contenere la fuga aerea postoperatoria, che le cariche siano in numero ridotto e la trancia di sezione uniforme e rettilinea.

Si esegue la lisi del legamento polmonare per favorire un'efficace riespansione parenchimale [11].

Si induce quindi la pleurodesi: alcuni Autori utilizzano il talco, altri la pleuroabrasione, altri ancora propongono la pleurectomia parziale [1, 9, 11, 17, 19].

Si controllano l'emostasi e l'aerostasi, e se necessario si cospargono di colla di fibrina o cianoacrilato le rime di sutura delle bullectomie.

Si effettua infine un doppio drenaggio del cavo pleurico (28 e 32F) utilizzando le porte toracoscopiche anteriore e media (Tab. 3).

Da alcuni Autori sono state proposte diverse tecniche videotoracoscopiche volte essenzialmente a ridurre il rischio di fughe aeree postoperatorie pro-

**Tabella 2.** Intervento di bullectomia in VATS per bolla gigante solitaria. Tecnica step by step

1. Si introduce un trocar da 12 mm al VI-VII spazio intercostale sulla LAM (ottica)
2. Si posizionano altri due trocars da 7 e 20 mm sotto visione endoscopica al VI-VII spazio intercostale sulla LAP ed al V-VI spazio intercostale sulla LAA (strumenti)
3. Si produce il collasso della bolla con elettrobisturi endoscopico
4. Si afferra il fondo della bolla e si espone il suo peduncolo
5. Si esegue la resezione del peduncolo alla sua base con Endostapler 45 protetta con guaina (PTFE, pericardio bovino) se ritenuto necessario
6. Si controllano la rima di sutura, l'emostasi e l'aerostasi
7. Si drena il cavo pleurico con 1-2 cateteri (28/32F)
8. Si chiudono per piani le porte toracoscopiche

LAA, linea ascellare anteriore; LAM, linea ascellare media; LAP, linea ascellare posteriore



**Fig. 9.** Pneumopatia bollosa multipla. Si apprezzano bolle multiple di dimensioni medie a livello del segmento apicale del lobo inferiore sinistro



**Fig. 10.** Pneumopatia bollosa multipla. Resezione di una bolla alla base su Endostapler non protetta

**Tabella 3.** Intervento di bullectomia multipla in VATS. Tecnica step by step

1. Si introduce un trocar da 12 mm al VI-VII spazio intercostale sulla LAM (ottica)
2. Si posizionano altri due trocars da 7 e 12-20 mm sotto visione endoscopica al VI-VII spazio intercostale sulla LAP ed al V-VI spazio intercostale sulla LAA (strumenti)
3. Si esplora accuratamente il cavo pleurico e si identificano le zone bollose
4. Si liberano le bolle da eventuali aderenze e si collassano quelle di dimensioni maggiori
5. Si reseca alla base ciascuna bolla con Endostapler 35 o 45 mm protetta (PTFE, pericardio bovino)
6. Si esegue la lisi del legamento polmonare
7. Si induce la pleurodesi (talcaggio, pleuroabrasione, pleurectomia parziale)
8. Si controllano le rima di sutura, l'emostasi e l'aerostasi
9. Si drena il cavo pleurico con 2 cateteri (28/32F)
10. Si chiudono per piani le porte toracoscopiche

tratte che la bullectomia multipla può comportare. Alcune di queste tecniche sono alternative alla bullectomia, altre sono varianti di quest'ultima.

Lewis e coll. nel 1993 hanno eseguito l'ablazione di bolle enfisematose con Argon beam in 8 pazienti [5].

Brenner e coll. (1994) hanno realizzato su 24 pazienti l'ablazione di bolle polmonari di grandi e piccole dimensioni con l'utilizzo del solo laser [6].

Wakabayashi (1995) ha suggerito l'intervento di pneumoplastica con laser Nd-YAG da utilizzare per la contrazione delle bolle di piccole dimensioni (tipo 3), mentre per quelle di dimensioni maggiori (tipo 4) ne ha consigliato l'apertura, il distacco col laser delle trabecole all'interno della parete fino a giungere alla base di impianto e la successiva resezione con Endostapler [7].

Liu e coll. nel 1997 hanno effettuato la legatura con Endoloop delle bolle dopo averle collassate e torte attorno alla loro base [9].

Shigemura e coll. (2002) hanno proposto una tecnica innovativa "sutureless and stapleless" che prevede la sezione delle bolle con bisturi ad ultrasuoni ed il successivo sigillo dei margini con Ligasure (LVSS) [21].

Per quanto riguarda la pneumopatia bollosa interessante entrambi i polmoni sarebbe preferibile effettuare l'intervento bilaterale in due tempi intervallati da qualche mese, per valutare meglio a distanza i risultati funzionali raggiunti dal primo intervento e porre quindi con maggiore precisione l'indicazione alla bonifica controlaterale [11].

## Complicanze

La mortalità intraoperatoria risulta trascurabile. Quella postoperatoria può superare il 10% se si

considerano i pazienti con enfisema diffuso, ma si dimezza se calcolata su quelli con bolle anche multiple ma circondate da parenchima relativamente normale [1, 19]. Le principali cause di mortalità sono dovute ad insufficienza respiratoria o ad infezioni pleuro-polmonari.

La fuga aerea postoperatoria protratta (> 7 gg) rappresenta sicuramente la complicanza più frequente e temibile che può interessare oltre il 50% dei pazienti [1, 2, 11, 19, 22]. La sua incidenza è trascurabile in caso di resezione di bolla gigante solitaria, ma aumenta nettamente in corso di bullectomia multipla e si riduce sensibilmente se le suture vengono rinforzate con guaina protettiva [23].

Altre complicanze registrate in letteratura anche se meno frequenti sono rappresentate dalle infezioni broncopolmonari e dall'empiema pleurico [1].

Le complicanze postoperatorie risultano infine più contenute grazie ad un'accurata toilette bronchiale e ad un precoce supporto fisiochinesiterapico [18].

## Risultati

Risulta indubbiamente complesso fornire un giudizio sui risultati del trattamento videotoracoscopico delle pneumopatie bollose. I motivi sono essenzialmente legati alla disomogeneità delle casistiche riportate che fanno riferimento a tipi differenti di pneumopatia bollosa, di interventi, di tempi del follow-up [1].

Gli indicatori più attendibili per la valutazione dei risultati sono rappresentati da:

- Dati clinici quali il miglioramento della dispnea e della tolleranza allo sforzo, integrati dall'esecuzione del *six-minute walk test*.
- Dati spirometrici, rappresentati soprattutto dal FEV1 (valore assoluto e valore percentuale del predetto), FVC, MVV.
- Dati emogasanalitici (pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, % saturazione)
- Test della DLCO.

Generalmente i parametri che possono essere predittivi di un buon risultato postoperatorio sono rappresentati da:

- Grandezza, numero, bilateralità delle bolle. Le bolle di grandi dimensioni, numericamente contenute e monolaterali si giovano maggiormente dell'intervento chirurgico di quelle piccole, diffuse, bilaterali [1, 2, 24].
- Grado di compressione del parenchima circostante alle formazioni bollose, dipendente dalla grandezza della bolla stessa. Una zona di parenchima polmonare andrà incontro ad una più pronta riespansione dopo bullectomia quanto più risulta compressa dalla bolla adiacente [1, 9].
- Condizioni del parenchima circostante alla patolo-

gia bollosa. La presenza di aree di parenchima normale o minimamente interessate dall'enfisema a ridosso delle bolle rende l'intervento chirurgico più risolutivo rispetto ai quadri con enfisema diffuso che eventualmente, in casi rigidamente selezionati, possono giovare maggiormente della chirurgia riduttiva del volume polmonare (LVRS) [1, 11, 25].

- Parametri funzionali respiratori preoperatori. L'intervento di bullectomia produce un miglioramento meno evidente nelle seguenti condizioni:
  - FEV1 < 35% del valore predittivo,
  - Ipossiemia,
  - Ipercapnia,
  - Severa compromissione del test della DLCO [26].

Da quanto emerge dalla letteratura si apprezzano sensibili miglioramenti funzionali nei pazienti sottoposti a trattamento chirurgico.

I risultati *precoci* (a partire dal 3° mese dall'intervento) registrano dati positivi nel 75% dei casi. Per quanto concerne i risultati *tardivi*, a distanza di 3-5 anni si verifica un progressivo peggioramento funzionale respiratorio nelle forme con enfisema diffuso. Nelle forme con enfisema bolloso che risparmiano il parenchima adiacente alla bolla i ri-

sultati a lungo termine risultano invece più brillanti e più stabili nel tempo [1].

La bullectomia su Endostapler rappresenta la tecnica maggiormente utilizzata. La resezione della bolla con guaina protetta riduce il rischio di fughe aeree postoperatorie.

Il quadro che fornisce sicuramente i risultati migliori è quello della bolla gigante solitaria: è una patologia rara ma che il più delle volte insorge su un polmone sostanzialmente normale e per tali motivi la semplice bullectomia o legatura alla base del peduncolo risulta risolutiva.

I risultati sono invece più contraddittori in caso di bolle a localizzazione multipla.

Nelle bolle giganti tipo 1-4 si ottengono risultati sovrapponibili effettuando la bullectomia o la legatura con Endoloop. Nelle bolle di dimensioni più contenute e distribuite in modo diffuso (tipo 3) la bullectomia multipla può aumentare l'incidenza di fughe aeree postoperatorie e quindi l'indice di morbilità ed è oltretutto gravata da un costo relativamente alto: un'ottima tecnica alternativa alla resezione è rappresentata dalla contrazione delle bolle con laser Nd-YAG (Tab. 4).

**Tabella 4.** Trattamento VATS della pneumopatia bollosa. Risultati a distanza

Autore	Wakabayashi [7]	Liu [9]	Menconi [19]	De Giacomo [11]	Divisi [17]
Anno	1995	1997	1998	1999	2002
Numero pazienti valutati	Variabile	16	6	12	10
Tipo di pneumopatia bollosa	Bolle tipo 3 (°) Bolle tipo 4 (∧)	Bolle tipo 3 Bolle tipo 4	Bolle tipo 4	Bolle tipo 4 Enfisema diffuso	Bolle tipo 1
Intervento	Pneumoplastica laser (°) Pneumoplastica laser + resezione base della bolla (∧)	Legatura (Endoloop)	Legatura (Endoloop)	Bullectomia	Bullectomia
Follow up (mesi)	3-6	3	6	3-6	12
FEV1 preoper.	Bolle tipo 3: 23.7 *153 Bolle tipo 4: 23.3 *49	27	86	29	40.1
FEV1 postoper.	Bolle tipo 3: 30.5 *153 Bolle tipo 4: 32.5 *49	38	95.33	34	60.7
FVC preoper.	Bolle tipo 3: 56.4 *154 Bolle tipo 4: 54.0 *49	58	87.67	n.c.	60,2
FVC postoper.	Bolle tipo 3: 66.1 *154 Bolle tipo 4: 71.6 *49	65	89.5	n.c.	68.4
pO2 preoper.	Bolle tipo 3: 65.6 *76 Bolle tipo 4: 62.8 *20	n.c.	n.c.	60	70.2
pO2 postoper.	Bolle tipo 3: 66.3 *76 Bolle tipo 4: 64.8 *20	n.c.	n.c.	62	92.3
pCO2 preoper.	Bolle tipo 3: 42.5 *72 Bolle tipo 4: 41.2 *19	n.c.	n.c.	43	45.6
pCO2 postoper.	Bolle tipo 3: 41.2 *72 Bolle tipo 4: 38.6 *19	n.c.	n.c.	42	36.7
DLCO preoper.	Bolle tipo 3: 24.0 *94 Bolle tipo 4: 22.1 *29	37	n.c.	21	n.c.
DLCO postoper.	Bolle tipo 3: 32.6 *94 Bolle tipo 4: 37.4 *29	43	n.c.	28	n.c.

\* numero pazienti; n.c. non calcolato

## Conclusioni

La pneumopatia bollosa, solitamente trattata in modo conservativo, può richiedere l'intervento chirurgico nei pazienti sintomatici ed in corso di complicanza. Non c'è ancora accordo unanime sull'impiego della chirurgia preventiva anche se la presenza di una bolla molto voluminosa, accresciutasi nel tempo, che comprime un parenchima polmonare circostante di aspetto normale, rappresenta un'indicazione all'intervento ormai condivisa. Anche se l'accesso in toracotomia garantisce risultati ottimali, il successo della VATS ha consentito di proporla in alternativa alle tecniche convenzionali, soprattutto per estendere le indicazioni chirurgiche anche ai pazienti in condizioni respiratorie precarie tali da non poter tollerare un approccio "open".

Tra le varie opzioni chirurgiche quella più seguita rimane la bullectomia su Endostapler. Meno frequentemente utilizzate, pur con risultati soddisfacenti, risultano la legatura delle bolle con Endoloop e la pneumoplastica con laser.

La prevenzione della complicanza postoperatoria più temibile, rappresentata dalla fuga aerea protratta, viene attuata rinforzando i margini della sutura (con guaina di protezione o con colla di fibrina o cianoacrilato) ed affidandosi a tecniche di induzione della pleurodesi.

La selezione accurata dei pazienti da trattare rimane l'unica garanzia per poter acquisire risultati soddisfacenti a lungo termine.

## Bibliografia

- Deslauries J, Grégoire J, Le Blanc P (2005) Bullous and bleb diseases of the lung. In: Shields TW, LoCicero J III, Ponn RB, Rusch VW (eds) *General Thoracic Surgery*, 6<sup>o</sup> edition, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 1168-1186
- Schipper PH, Meyers BF, Battafarano RJ et al (2004) Outcomes after resection of giant emphysematous bullae. *Ann Thorac Surg* 78:976-982
- Wakabayashi A (1993) Thoracoscopic technique for management of giant bullous lung disease. *Ann Thorac Surg* 56: 708-712
- Venn GE, Williams PR, Goldstraw P (1988) Intracavitary drainage for bullous emphysematous lung disease: experience with the Brompton technique. *Thorax* 43: 998-1002
- Lewis RJ, Caccavale RJ, Sisler JE (1993) VATS-argon beam coagulator treatment of diffuse end-staged bilateral bullous disease of the lung. *Ann Thorac Surg* 55:1394-1399
- Brenner M, Kayaleh RA, Milne EN et al (1994) Thoracoscopic laser ablation of pulmonary bullae. Radiographic selection and treatment response. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107:883-890
- Wakabayashi A (1995) Thoracoscopic laser pneumoplasty in the treatment of diffuse bullous emphysema. *Ann Thorac Surg* 60:936-942
- Hillerdal G, Gustafsson G, Wegenius G et al (1995) Large emphysematous bullae. Successful treatment with thoracoscopic technique in poor-risk patients. *Chest*, 107:1450-1453
- Liu HP, Chang CH, Lin PJ et al (1997) An alternative technique in the management of bullous emphysema. Thoracoscopic endoloop ligation of bullae. *Chest* 111:489-493
- Benfield JR, Cree EM, Pellet JR et al (1966) Current approach to the surgical management of emphysema. *Arch Surg* 66:93-70
- De Giacomo T, Venuta F, Erino A et al (1999) Video-assisted thoracoscopic treatment of giant bullae associated with emphysema. *Eur J Cardiothorac Surg* 15:753-757
- Stoloff IL, Karnofsky P, Mogilner R (1971) The risk of lung cancer in males with bullous emphysema of the lung. *Arch Environ Health* 22:163
- Hirai S, Hamanaka Y, Mitsui N et al (2005) Primary lung cancer arising from the wall of a giant bulla. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 11:109-113
- Nakamura H, Takamori S, Miwa K et al (2003) Rapid-grow lung cancer associated with a pulmonary giant bulla: a case report. *Kurume Med J* 50:147-150
- Nickoladze GD (1993) Bullae and lung cancer [Letter]. *J Thorac Cardiovasc Surg* 106:186
- Pereiro Alonso M, Sala Felix J (2001) Giant bulla and lung cancer. *Arch Broncopneumol* 37:262-264
- Divisi D, Battaglia C, Di Franciscantonio W et al (2002) Giant bullous emphysema resection by VATS. Analysis of laser and stapler techniques. *Eur J Cardiothoracic Surg* 22:990-994
- Greenberg JA, Singhal S, Kaiser RL (2003) Giant bullous lung disease: evaluation, selection, techniques, and outcomes. *Chest Surg Clin N Am* 13:631-649
- Menconi GF, Melfi FMA, Mussi A et al (1997) Treatment by VATS of giant bullous emphysema: results. *Eur J Cardiothorac Surg* 13:66-70
- Shinonaga M, Yamaguchi A, Yoshiya K (1999) VATS-stepwise resection of giant bulla in an oxygen-dependent patient. *Surg Laparosc Endosc* 9:70-73
- Shigemura N, Akashi A, Nakagiri T (2002) New operative method for a giant bulla: sutureless and stapleless thoracoscopic surgery using the Ligasure system. *Eur J Cardiothorac Surg* 22:646-648
- Yim APC, Liu HP (1996) Complications and failures of video-assisted thoracic surgery: experience from two centres in Asia. *Ann Thorac Surg* 61:538-541
- Hazelrigg SR, Boley TM, Naunheim KS et al (1997) Effect of bovine pericardial strips on air leak after stapled pulmonary resection. *Ann Thorac Surg* 63:1573-1575
- Baldi S, Palla A, Mussi A et al (2001) Influence of bulla volume on postbullectomy outcome. *Can Respir J* 8:233-238
- Palla A, Desideri M, Rossi G et al (2005) Elective surgery for giant bullous emphysema: a 5 year clinical and functional follow-up. *Chest* 128:2043-2050
- Nakahara K, Nakaoka K, Ohno K et al (1983) Functional indications for bullectomy of giant bulla. *Ann Thorac Surg* 35:480-487

## Premesse

Se confrontata col trattamento medico, la chirurgia di riduzione del volume polmonare (LVRS) ha dimostrato di migliorare significativamente la funzionalità respiratoria, la tolleranza allo sforzo, la qualità di vita ed anche la sopravvivenza in pazienti selezionati [1]. Oltretutto risulta anche vantaggiosa per quanto concerne il rapporto costi-benefici [2].

I risultati della tecnica sono sovrapponibili, se la LVRS viene eseguita in sternotomia mediana o in videotoracoscopia [3].

Il NETT (National Emphysema Treatment Trial) ha dimostrato che l'approccio VATS era gravato da un minor costo e permetteva una guarigione più rapida se confrontato con quello sternotomico [3].

Questo capitolo si propone di descrivere la tecnica della LVRS.

## Indicazioni alla LVRS

Le indicazioni sono le stesse, sia che l'intervento venga eseguito in VATS che in sternotomia mediana. I candidati all'intervento presentano tutti un severo enfisema e risultano sintomatici nonostante un trattamento medico intensivo, rappresentato da farmaci, steroidi, aerosolterapia, ossigenoterapia, fisiochinesiterapia respiratoria. Questi pazienti mostrano difficoltà ad eseguire le semplici attività quotidiane come ad esempio fare una doccia, attendere a piccoli lavori domestici, chinarsi, portare qualche cosa. Possono camminare solo per brevi tratti.

I tests della funzionalità polmonare mettono in evidenza un enfisema marcato ( $FEV1 < 45\%$  del teorico) con iperdistensione polmonare (capacità polmonate totale media =  $140\%$  del teorico e volume residuo medio =  $230\%$  del teorico). Se la saturazione di ossigeno scende regolarmente al di sotto del  $90\%$ , studi randomizzati hanno dimostrato che l'ossigenoterapia può prolungare la sopravvivenza. Il trattamento riabilitativo migliora la qua-

lità di vita, porta ad una migliore tolleranza allo sforzo e riduce l'ospedalizzazione ma non incide sulla sopravvivenza, non migliora la funzione polmonare e in ultima analisi permette solo benefici minori. Per tale motivo risulta necessario o un trattamento medico più efficace o un intervento chirurgico volti a migliorare la condizione clinica del paziente con grave enfisema.

Il parametro più importante nella valutazione dei candidati all'intervento di LVRS è rappresentato dalla presenza di un enfisema di tipo eterogeneo. Solo circa il  $20\%$  dei pazienti con enfisema severo sono portatori di enfisema eterogeneo. Il concetto che sta alla base della LVRS è la resezione di aree non funzionali di polmone per permettere alle aree di parenchima funzionante di poter lavorare in condizioni migliori. I pazienti di solito presentano una marcata compromissione a carico soprattutto dei lobi superiori bilateralmente. Quelli nei quali sono compromessi soprattutto i lobi inferiori (sia in relazione al fumo che al deficit di alfa 1 antitripsina) risultano potenziali candidati. Esiste un'evidenza modesta che l'intervento di LVRS possa essere vantaggioso per coloro che sono portatori di enfisema omogeneo.

## Accessi e tecnica videotoracoscopica



L'intervento di LVRS con approccio VATS è di solito una tecnica di resezione bilaterale condotta in narcosi a ventilazione monopolmonare. Appena il paziente viene posto sul letto operatorio in decubito laterale, si inizia la ventilazione monopolmonare perchè la scarsa capacità elastica del polmone enfisematoso determina molto lentamente la sua desufflazione. L'aspirazione endobronchiale con un comune catetere o col broncoscopio può agevolare ad ottenere l'atelettasia del polmone escluso. Può essere utile anche produrre delle piccole incisioni nelle aree enfisematose destinate ad essere resecate: questa manovra di solito permette una rapida decompressione delle zone incise.

Qualche chirurgo utilizza l'insufflazione con CO<sub>2</sub> per favorire l'atelettasia del polmone. Le aree di polmone destinate alla resezione spesso rimangono espanse mentre le aree di parenchima meglio funzionante si collassano completamente.

### Posizione del paziente

Sebbene pochi chirurghi eseguano l'intervento a paziente supino, la maggioranza degli operatori preferiscono la posizione in decubito laterale. Questo comporta naturalmente la preparazione di due campi operatori successivi ma permette la migliore esposizione chirurgica. Progressi episodi bronchitici o polmonitici possono essere responsabili di aderenze pleuriche. Se le aderenze sono localizzate in un piano posteriore, la pleurolisi si effettua con maggiore facilità e sicurezza a paziente in posizione laterale.

### Incisioni

L'intervento comporta di solito tre incisioni.

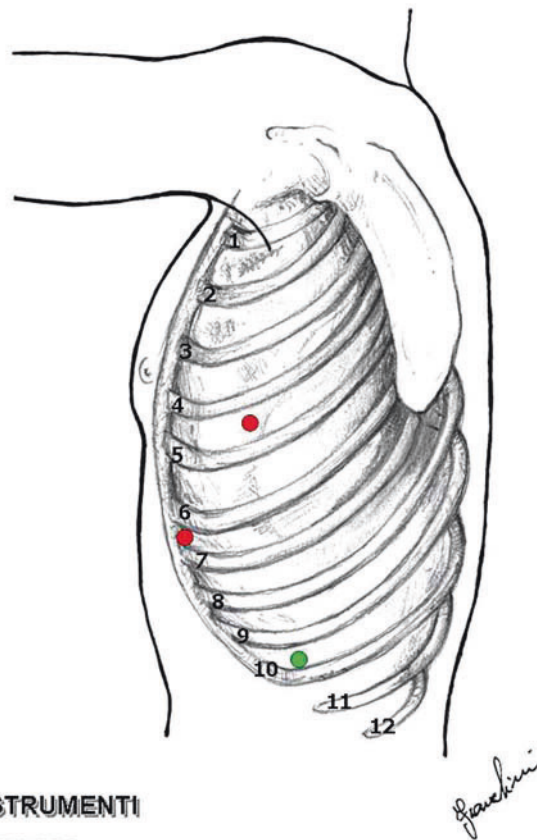
Un trocar da 5mm ed il videotoroscopio a 30° vengono inseriti attraverso il 9°-10° spazio intercostale sulla linea ascellare media. L'incisione viene praticata in un piano molto più basso rispetto alle altre procedure VATS: questo per permettere la migliore visione panoramica del torace e perché i polmoni, iperinsufflati, comprimono inferiormente il diaframma.

Un'incisione di 2 cm viene effettuata al 6° spazio intercostale sulla linea emiclavare.

Quest'accesso viene selezionato in una sede la più possibile anteriore ed inferiore: dovrebbe essere scelto al disotto della piega mammaria perché un'incisione sulla piega mammaria risulterebbe disagevole nella donna. La suturatrice meccanica passa attraverso questa porta per procedure alla resezione polmonare.

Una terza incisione di 1 cm viene eseguita al 4° spazio intercostale sulla linea ascellare media. Attraverso questo accesso si fa entrare una pinza ad anelli che afferra il polmone per permettere l'azione della stapler (Fig. 1).

Alcuni pazienti sono portatori di estese aderenze che devono essere sottoposte a lisi prima di procedere a questa incisione. Nelle zone in cui le aderenze risultano tenaci, può essere indicata una dissezione extrapleurica per ridurre i rischi di fughe aeree postoperatorie.



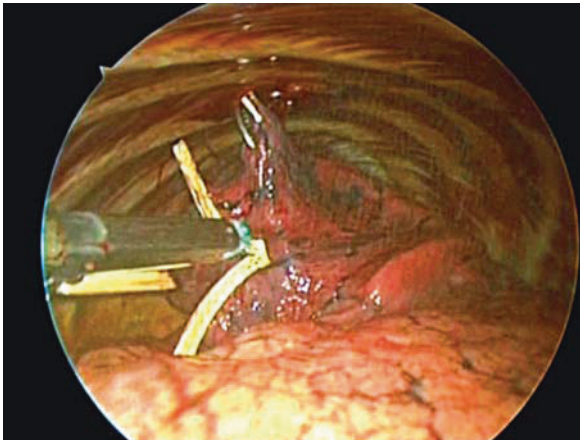
- STRUMENTI
- OTTICA

Fig. 1. LVRS: Accessi toracoscopici

### Resezione polmonare

La scelta della zona polmonare da resecare viene guidata dalla CT e dalla scintigrafia polmonare ventilatoria e perfusionale preoperatorie. Solitamente la sede è situata agli apici di entrambi i lobi superiori. L'intervento di LVRS generalmente comporta una resezione del 30% di ciascun polmone (60-70% dei tre segmenti del lobo superiore di ciascun polmone).

Per poter garantire una buona tenuta della sutura parenchimale, vengono utilizzate suturatrici meccaniche protette da guaine di pericardio bovino (Synovis, St. Paul, MN) o di Goretex (Gore, Newark, Delaware) (Fig. 2). Questo accorgimento non elimina del tutto le fughe aeree postoperatorie, ma ne riduce l'incidenza. Lo studio riportato dal NETT registra nel 90% dei casi la comparsa di fughe aeree postoperatorie, delle quali tuttavia il 50% cessa entro la prima settimana. Si misurano i volumi aerei intraoperatori per valutare se sia presente una



**Fig. 2.** LVRS videotoroscopica del lobo superiore del polmone sinistro. Si apprezzano i margini di sezione parenchimale protetti da guaine di pericardio bovino



**Fig. 3.** LVRS videotoroscopica del lobo superiore del polmone sinistro. Reperto operatorio

fuga aerea. In caso affermativo è utile effettuare la prova idropneumatica per localizzare la sede della fuga.

In caso di enfisema localizzato al lobo superiore la resezione parte di solito medialmente, a livello della giunzione tra segmento anteriore del lobo superiore e lobo medio (a destra) e tra segmento anteriore e lingula (a sinistra). La resezione procede da un piano anteriore ad uno posteriore, da un lato all'altro dell'apice del lobo.

A destra la resezione segue prima la piccola poi la grande scissura.

In genere viene asportato circa il 60% del lobo superiore destro o le porzioni apicali del lobo superiore sinistro (Fig. 3). La linea di sutura non dovrebbe interessare la scissura per non correre il rischio di significative fughe aeree nel postoperatorio. Raramente viene resecato l'intero lobo superiore. Se lo studio CT e scintigrafico polmonare mostrano un'aspetto normale del segmento ventrale del lobo superiore, è opportuno preservarlo. In tal caso la resezione inizia dalla linea ascellare media e procede in senso latero-mediale attraverso l'apice del lobo superiore.

La tecnica viene effettuata utilizzando due staplers per consentire al chirurgo di averne sempre una pronta a disposizione mentre la strumentista prepara l'altra.

A sinistra l'intervento è del tutto speculare a quanto si esegue a destra.

In caso di enfisema localizzato al lobo inferiore, la resezione si esegue tenendo la stapler parallela e distanziata di 1 cm dalla grande scissura.

Anche in questo caso se gli accertamenti preoperatori hanno messo in luce la compromissione marcata dell'intero lobo, questo dovrà essere inte-

ramente resecato. A volte il segmento apicale dell'inferiore risulta funzionante e sarà necessario preservarlo: la linea di sezione seguirà la grande scissura al di sopra del segmento apicale per poi portarsi trasversalmente verso la giunzione di quest'ultimo coi segmenti basali.

### LVRS: sternotomia o VATS?

Numerosi chirurghi eseguono l'intervento di LVRS in sternotomia mediana ritenendo questo accesso il più agevole.

Il NETT, valutando il trattamento medico con e senza intervento di riduzione volumetrica del polmone, ha rilevato che la LVRS garantisce un miglioramento della funzionalità polmonare, della tolleranza allo sforzo, della qualità di vita e sopravvivenza in pazienti accuratamente selezionati.

Uno studio ulteriore del NETT ha confrontato la LVRS con approccio VATS con quella con approccio sternotomico mediano. Non si sono registrate differenze nei due approcci per quanto riguarda il risultato funzionale ed i benefici connessi. Entrambi gli approcci inoltre hanno presentato morbilità e mortalità sovrapponibili (4% in caso di VATS e 4,6% in caso di sternotomia mediana,  $p = 1.0$ ).

Tuttavia la durata della degenza (degenza media = 9 giorni in caso di sternotomia mediana e 8 giorni in caso di VATS,  $p = 0.001$ ), i costi del ricovero ospedaliero e dei relativi trattamenti per i 6 mesi successivi all'intervento, unitamente alla ripresa di un'attività autonoma, risultano più favorevoli all'approccio videotoroscopico ( $p < 0.01$ ).

## Bibliografia

1. The National Emphysema Treatment Trial Research Group (2003) Effects of Lung Volume Reduction Surgery versus Medical Therapy: Results from the National Emphysema Treatment Trial. *New Engl J Med* 348:2059-2073
2. McKenna RJ et al for the National Emphysema Treatment Trial (NETT) Research Group. National Emphysema Treatment Trial: A Comparison of Median Sternotomy versus VATS for Lung Volume Reduction Surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*
3. The National Emphysema Treatment Trial Research Group (2003) Cost Effectiveness of Lung Volume Reduction Surgery versus Medical Therapy: Results from the National Emphysema Treatment Trial. *New Engl J Med* 348:2092-2102

# RESEZIONI POLMONARI MINORI. IL NODULO POLMONARE (NP)

Franca M.A. Melfi, Marco Lucchi, Marcello C. Ambrogi, Alfredo Mussi

## Premesse

La resezione polmonare atipica od economica è l'asportazione di una porzione di parenchima polmonare effettuata senza seguire i normali piani anatomici ma modellata sulla forma e sulla estensione della lesione da resecare. Fino agli anni '90, l'intervento veniva effettuato esclusivamente in toracotomia postero-laterale, antero-laterale od ascellare. Lo sviluppo delle tecniche videotoroscopiche, ha rivoluzionato la pratica chirurgica quotidiana in chirurgia toracica. Dalla classica toracosopia di H.C. Jacobaeus, con finalità per lo più diagnostiche, si è arrivati ad una toracosopia esclusivamente chirurgica, largamente impiegata per il trattamento di molte patologie toraco-polmonari. Il perfezionamento della tecnica, parallelamente allo sviluppo della strumentazione, sempre più sofisticata, ha reso possibile la diffusione della metodica e l'ampliamento delle indicazioni in chirurgia toracica, con applicazione della VATS (Video-Assisted Thoracic Surgery) nel 25-35% dell'attività di chirurgia toracica.

## Indicazioni

La resezione atipica rappresenta l'intervento chirurgico più facilmente realizzabile in VATS e trova particolare indicazione per la diagnosi e/o il trattamento di molte patologie polmonari, sia benigne che maligne. Le lesioni che più di altre trovano ampia indicazione per questo tipo di chirurgia sono rappresentate da:

*Lesioni polmonari benigne:* interstiziopatie (fibrosi idiopatica, istiocitosi X, sarcoidosi), malattia bollosa, amartoma, sequestro, granuloma, pneumoconiosi.

*Lesioni polmonari neoplastiche:* metastasi polmonari, neoplasie polmonari periferiche (si tratta per lo più di neoplasie polmonari primitive NSCLC, di

piccole dimensioni (< 3 cm), in cui la resezione atipica può trovare indicazione come intervento definitivo nei pazienti con ridotta riserva funzionale).

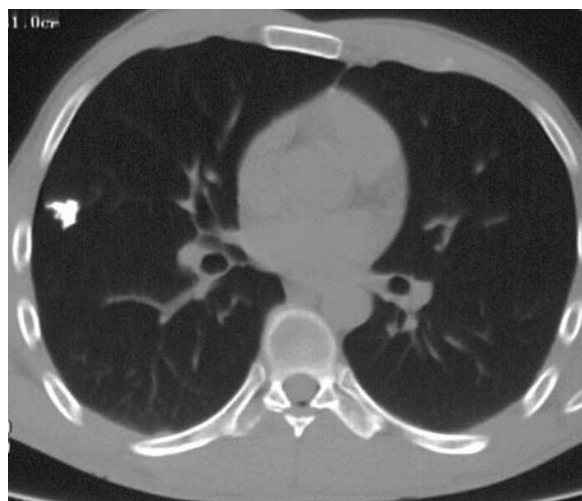
### *Lesioni polmonari di natura indeterminata*

Tra queste patologie, il nodulo polmonare solitario costituisce senza dubbio l'affezione toracica in cui la resezione polmonare atipica in VATS, trova indicazione assoluta.

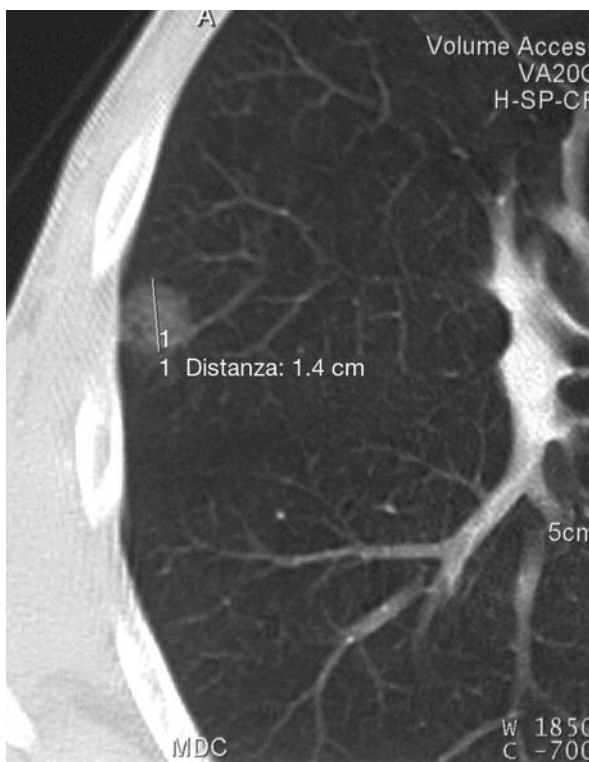
## Nodulo polmonare

Una lesione polmonare nodulare o nodulo polmonare solitario (NP), è definito come una "lesione sferica intraparenchimale, radiologicamente rilevabile, con diametro uguale o inferiore a 3 cm, non associata ad atelettasia o linfadenopatia" [1] (Figg. 1-2).

La scoperta occasionale di un nodulo polmonare, in corso di radiografia del torace, è evenienza frequente che ancora oggi costituisce un importante problema diagnostico. In USA, 130.000



**Fig. 1.** Nodulo < 3 cm nell'emicorace destro. TC del torace



**Fig. 2.** Nodulo < 3 cm nell'emittorace destro. TC del torace

nuovi casi/anno vengono identificati e diagnosticati, come lesione neoplastica, nel 30-50% dei casi [2, 3, 4]. L'evoluzione tecnologica in campo radiologico, biologico e chirurgico ha reso possibile riesaminare la strategia di diagnosi e trattamento di queste lesioni. Screenings di massa con la sola radiografia del torace hanno evidenziato la presenza di un NP nello 0,09-2% dei casi [5, 6] mentre, le più recenti tecniche radiologiche, come Tac spirale e RNM, hanno portato ad un sensibile incremento della loro incidenza, da 10 a 20 volte maggiore [7-9]. L'alta definizione delle immagini, così come gli studi metabolici con PET (Positron Emission Tomographic scanning) o SPECT (Tc-99m-labeled peptide Depreotide) [3, 4, 10-13] sebbene utili per il rilievo del NP, non consentono una diagnosi differenziale certa tra lesione benigna e maligna. Anche metodiche più invasive, come la broncoscopia la cui sensibilità sale dal 65 al 79% se associata a biopsia transbronchiale o gli agoaspirati eco/TC guidati (con sensibilità del 94-98% e con specificità del 91-96%) possono dar luogo a "falsi negativi" soprattutto in presenza di un NP di minime dimensioni (< 1 cm) [3, 10-12].

La necessità di una tipizzazione del nodulo per un'adeguata strategia di trattamento, ha suggerito

lo sviluppo di una serie di tecniche mininvasive. Nei casi in cui la morfologia e/o le caratteristiche metaboliche sconsigliano il semplice follow-up, la resezione chirurgica in VATS rappresenta la tecnica di scelta per la diagnosi e/o il trattamento del NP, costituendo spesso, l'unica opzione possibile per una diagnosi di certezza [14]. Limite della metodica è l'assenza di "tattilità" che non consente di identificare i piccoli noduli rilevabili con le moderne tecniche di "imaging" (Tac spirale, RNM), e di effettuare la resezione chirurgica con procedura mininvasiva. Tra le metodiche di localizzazione "videotoracoscopiche" più utilizzate, la palpazione strumentale (palpatore endoscopico) e digitale, il posizionamento di aghi metallici (cosiddetti "uncini"), l'utilizzo di traccianti radioattivi e/o di coloranti vitali, l'ecografia endocavitaria (ETUS), hanno permesso l'exeresi in VATS dei noduli polmonari, non altrimenti reseccabili con le comuni procedure mininvasive.

### Indicazioni alla exeresi chirurgica

In tutti i casi in cui la morfologia e/o le caratteristiche metaboliche di una lesione nodulare sconsigliano il semplice follow-up e procedure diagnostiche meno invasive (TC del Torace, PET, es. citologici ecc.) non consentono una diagnosi di certezza, è necessaria una diagnosi differenziale, soprattutto se vi è un'anamnesi positiva per malignità. [15]. In questi casi, l'exeresi del nodulo con tecnica chirurgica mininvasiva è senza dubbio la procedura di scelta e la resezione chirurgica immediata (senza tener conto di altre procedure meno invasive), è da molti considerata la strategia più adeguata. In tal senso, i fattori maggiormente considerati e che rivestono particolare importanza sono [14]:

- il 30-50% dei noduli polmonari solitari risulta essere maligno [2, 3, 4].
- in presenza di citologia negativa non sempre si può escludere una possibile lesione maligna, eccetto che in rarissimi casi.
- in presenza di citologia positiva è sempre necessaria la resezione chirurgica.
- esami diagnostici quali agoaspirati TC-guidati o per via trans-bronchiale, spesso non permettono una diagnosi definitiva e non sono privi di complicanze.

In presenza di un tumore benigno o di una lesione metastatica, la resezione polmonare atipica in VATS, rappresenta il trattamento definitivo. Nei casi in cui l'esame istologico a fresco (esame estemporaneo) evidenzia una neoplasia polmonare pri-

mitiva, il completamento in lobectomia od in segmentectomia (per pazienti con ridotta riserva funzionale (FEV1 < 900 cc), rappresenta il trattamento chirurgico di scelta.

### Tecniche di localizzazione del nodulo polmonare

#### Palpazione indiretta strumentale o diretta digitale

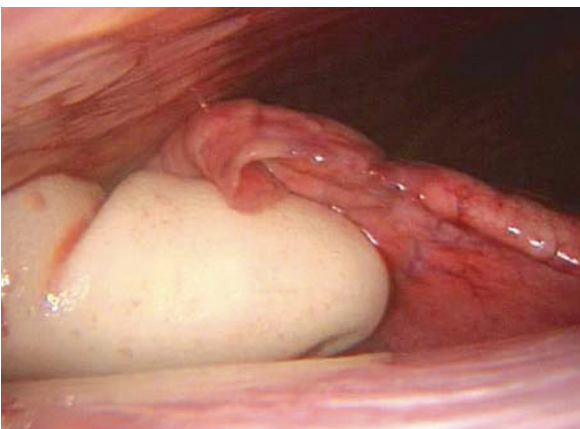
I noduli a sede superficiale possono essere facilmente identificati dalla semplice ispezione visiva e valutazione tattile con il cosiddetto “palpatore endoscopico” o più semplicemente con una pinza endoscopica a branche lunghe e piatte. Il passaggio delicato sulla superficie polmonare dello strumento consente di individuare la lesione nodulare soprattutto se di consistenza dura ed a sede subpleurica. Allo stesso modo le lesioni affioranti alla pleura viscerale possono essere rilevate con la palpazione diretta digitale attraverso una delle incisioni toracoscopiche in prossimità della sede del nodulo [16] (Fig. 3). Questa manovra particolarmente semplice per noduli a sede periferica e situati in prossimità degli accessi toracoscopici, risulta difficoltosa quando il nodulo è di minime dimensioni, a sede profonda ed in posizione apico-mediale o postero-basale. In questi casi, pur con l’ausilio di una pinza da presa endoscopica (per mobilizzare il polmone) è estremamente difficile riuscire ad individuare la lesione con la sola palpazione digitale o con la palpazione indiretta.

In questi casi è estremamente utile l’applicazione di metodiche di localizzazione, alcune preope-

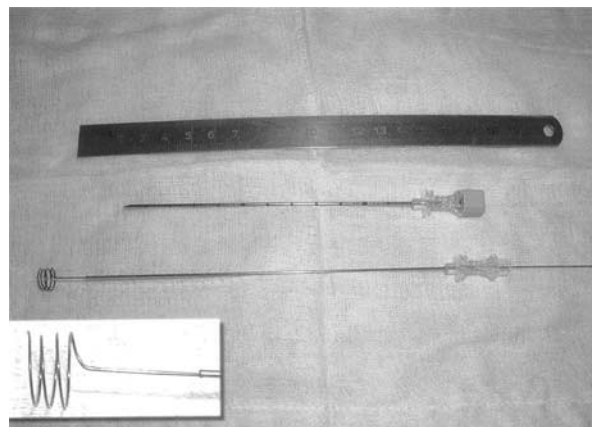
ratorie altre intraoperatorie, che consentono l’individuazione di noduli (anche di minime dimensioni (< 1 cm) profondamente situati (max > 15 mm), e ne facilitano l’exeresi chirurgica (“wedge resection”) con tecnica mininvasiva.

#### Localizzazione con posizionamento di “uncini” sotto guida Tac

Il posizionamento intra-nodulo di “aghi metallici” sotto guida Tac rappresenta uno dei metodi più utilizzati, per l’identificazione dei piccoli noduli polmonari (< 1 cm). Indipendentemente dal tipo di “uncino” impiegato (dal classico ago di “Kopans” ai più recenti “aghi a spirale” (Somatex; Italmedtec-Milano-Italia) la tecnica prevede una fase preoperatoria per il posizionamento dell’ago metallico, sotto guida TC, immediatamente prima dell’intervento chirurgico (Fig. 4). Col paziente possibilmente in decubito laterale, dopo anestesia locale con xilocaina 2%, si introduce un’agocanula di 20 G (lunghezza 15 cm) in cavità toracica, attraverso cui si inserisce l’ago metallico che sarà ancorato al NP. Dopo ulteriore controllo TC, il paziente è trasferito in sala operatoria dove si procede alle manovre anestesilogiche (anestesia generale con intubazione selettiva) ed alla resezione chirurgica della lesione con tecnica VATS. I risultati ottenuti in alcune serie, hanno dimostrato l’accuratezza della tecnica [15, 17], tuttavia altre esperienze hanno mostrato che anche questa procedura non è priva di complicanze tra le quali emorragie, pneumotorace e non ultimo la dislocazione degli aghi metallici, spesso causa di conversioni in toracotomia [18].



**Fig. 3.** Palpazione digitale attraverso una delle incisioni toracoscopiche in prossimità della sede del nodulo



**Fig. 4.** “Ago a spirale” (Somatex; Italmedtec- Milano-Italia)

### Localizzazione con coloranti vitali (Blu di Metilene)

L'utilizzo di coloranti vitali, in particolare del Blu di Metilene, costituisce uno dei primi metodi di localizzazione preoperatoria del NP, diffusamente applicata negli anni '90 [19]. Anche in questo caso, come per il posizionamento degli aghi metallici, è necessaria una prima fase radiologica che consiste nell'individuare e quindi nell'iniettare, sotto guida TC, il Blu di Metilene nel NP, che colorandosi ne permette la localizzazione in toracosopia. Limite di questa metodica è la necessità di effettuare la procedura videotoroscopica in un tempo definito (entro 3 h circa) oltre il quale si rischia la scomparsa o la ridotta colorazione dell'area iniettata. Inoltre, la frequente presenza di antracosi rende estremamente difficile distinguere in alcuni casi la sede di iniezione del colorante vitale e quindi della lesione e la reale colorazione del parenchima polmonare.

### Localizzazione con sonda ecografica endoscopica (ETUS)

Questa tecnica permette la diretta localizzazione del nodulo, senza richiedere procedure preoperatorie. Si utilizza una sonda ecografica endoscopica, lineare, con range di frequenza compresa tra 5 e 10 MHz con color Doppler. Con parenchima polmonare completamente collassato, dopo introduzione di una piccola quantità di soluzione fisiologica per favorire la trasmissione del segnale ecografico, la sonda viene introdotta in cavità toracica attraverso una delle 3 incisioni toroscopiche. Il passaggio sulla superficie polmonare permette l'individuazione della lesione nodulare intraoperatoriamente (Fig. 5). Accanto agli



**Fig. 5.** Localizzazione del nodulo polmonare con sonda ecografica endoscopica (ETUS)

eccellenti risultati di alcune casistiche, con il 100% di localizzazione dei noduli polmonari, un'elevata percentuale di insuccessi è stata registrata per la presenza di aria spesso causa di artefatti che non permettono l'esatta individuazione dei noduli, soprattutto se di minime dimensioni (< 1 cm) [20-23].

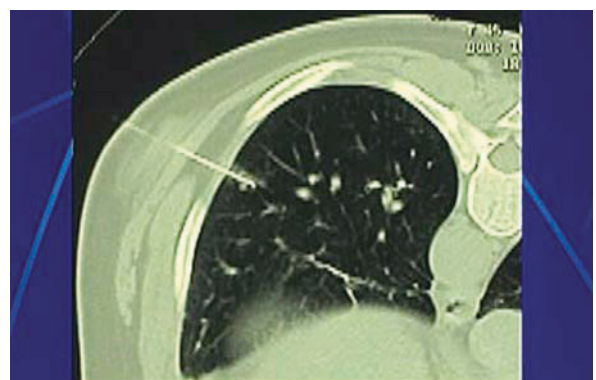
### Localizzazione con iniezione <sup>99</sup>Tc-albumina colloidale sotto guida TAC



L'introduzione di radiofarmaci in chirurgia ha permesso l'individuazione di piccole lesioni polmonari e la loro resezione in VATS con tecnica radioguidata. Analogamente alla metodica che utilizza coloranti vitali, dopo anestesia locale della parete toracica (Xilocaina 2%), si introduce, sotto guida TC, un'agocannula di 22 G nel NP o nelle sue immediate vicinanze (entro 5 mm) e si iniettano 0,3-0,5 ml di una sospensione costituita da 0,1-0,2 ml di <sup>99m</sup>Tc-albumina colloidale (sotto forma di microsferi o macroaggregati) e 0,2-0,3 di contrasto non ionico (Fig. 6). Dopo ulteriore verifica radiologica (TC torace), documentata la modalità di distribuzione del mezzo di contrasto intra o perilesionale, si trasferisce il pa-



**Fig. 6.** Iniezione TC guidata di 0,3-0,5 ml <sup>99m</sup>Tc-albumina colloidale attraverso ago-cannula di 22G



**Fig. 7.** Controllo TC dopo iniezione del radionuclide

ziente in sala operatoria (Fig. 7). In anestesia generale con intubazione selettiva (tubo a doppio lume) ed a paziente in decubito laterale si effettuano le 3 incisioni VATS convenzionali. Attraverso uno degli accessi chirurgici (in rapporto alla sede del nodulo), si introduce una sonda endoscopica “gamma probe” (Scinti Probe MR 100, Pol.hi.tech., L’Aquila, Italy) per il rilevamento della lesione (Fig. 8). Il primo tempo consiste nello “scanning” del parenchima polmonare in un’area lontana dal NP per misurare il “fondo radioattivo” in cavità toracica (Fig. 9). Il successivo passaggio del “gamma-probe” sulla superficie polmonare, nell’area del nodulo radiomarcato, consente di rilevare il “focus” di radioattività e di localizzare, con precisione, la sede della lesione (Fig. 10). L’emissione di raggi gamma è convertita in segnali audio/digitali e la quantità della radioattività emessa, in rappresentazione gra-

fica e numerica, visibile sul monitor (Fig. 11). La radioattività rilevata costituisce un’utile guida per un’accurata resezione del nodulo radiomarcato in videochirurgia. La profondità di resezione è stimata sulla base della quantità di radioattività residua, valutabile al di sotto ed al di sopra della linea di resezione (Fig. 12) [24].

## Tecnica chirurgica

### Exeresi chirurgica del nodulo polmonare

Come per altri interventi in VATS, poche sono le controindicazioni per questo tipo di procedura.



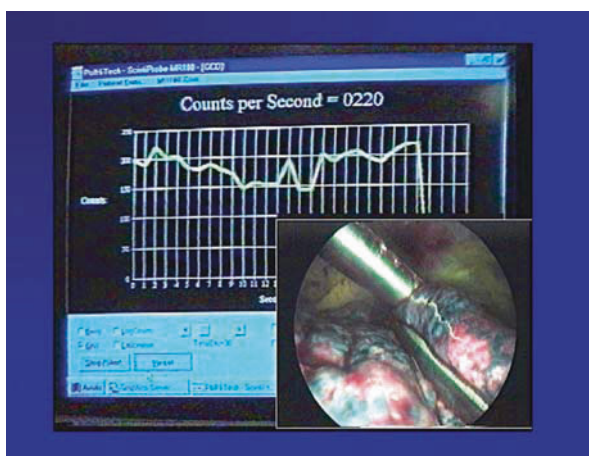
**Fig. 8.** Gamma-Probe (Scinti Probe MR 100, Pol.hi.tech., L’Aquila, Italy)



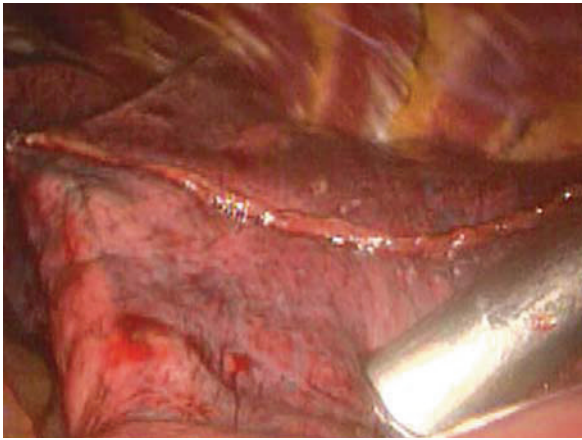
**Fig. 10.** Rilievo della radioattività concentrata nella sede del nodulo marcato con <sup>99m</sup>Tc-albumina colloidale



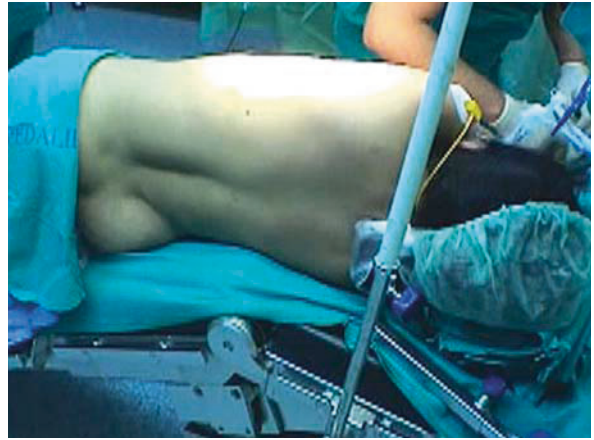
**Fig. 9.** “Scan” del parenchima polmonare in un’area lontana dal nodulo marcato che “resetta” il sistema



**Fig. 11.** L’emissione di raggi gamma è convertita in segnali audio/digitali



**Fig. 12.** Quantità di radioattività rilevata al di sopra ed al di sotto della linea di resezione



**Fig. 13.** Posizione del paziente sul tavolo operatorio: in anestesia generale con intubazione selettiva il paziente è in decubito laterale con arto superiore esteso su apposito supporto

**Tabella 1.** Criteri di selezione per interventi in VATS

Dimensione della lesione	< 3 cm (max diametro)
Caratteristiche anatomiche	Assenza di aderenze pleuriche Scissura completa o quasi completa (per noduli a sede peri o intra scissurale)

(Tab. 1). Gli interventi sono effettuati in anestesia generale, con intubazione selettiva e paziente in decubito antero-laterale. L'arto superiore è esteso in alto e posizionato su apposito supporto per meglio esporre il triangolo ascellare, sede degli accessi chirurgici. Solo eccezionalmente, nelle lesioni a sede basale posteriore, è preferibile la posizione del paziente in decubito laterale "standard" (come per una toracotomia postero-laterale) per una più agevole manovrabilità dell'ottica (in direzione cranio caudale ed antero-posteriore) (Fig. 13).

### Modalità di resezione

In rapporto alla sede ed alle caratteristiche morfologiche ed istologiche dei NP sono possibili 2 tipi di exeresi chirurgica in VATS:

- Resezione Atipica ("Wedge Resection"): sono eseguite per NP di piccole dimensioni situati perifericamente nel parenchima polmonare o localizzati subito al di sotto del rivestimento pleurico
- Enucleazione: è indicata per lo più per lesioni benigne di consistenza dura e di aspetto cartilagineo di cui l'amartoccondroma rappresenta la lesione tipica.

### Strumentazione VATS

È indispensabile poter disporre di un buon sistema video per effettuare interventi con tecnica video-toracoscopica.

Oltre all'ottica da 5 mm 0°, la strumentazione necessaria è costituita da pochi strumenti endoscopici:

- toracoport (7 mm) (*per ottica; non sono necessari i ports per gli altri 2 accessi chirurgici*)
- pinza da presa (5 mm) (*Grasper Ethicon Endo-Surgery, INC*)
- dissektore (5 mm) (*Ethicon Endo-Surgery, INC*)
- compressore da polmone (5 mm) (es. *Babcock Ethicon Endo-Surgery, INC*)
- suturatrice meccanica (*Endopath ET45B Ethicon Endo-Surgery, INC*)
- portagli e stringinodi (5 mm).

### Incisioni chirurgiche

Sede delle incisioni chirurgiche è il triangolo ascellare (destro o sinistro in rapporto alla sede della lesione).

- 1<sup>a</sup> incisione (ottica) VII-VIII spazio intercostale (linea ascellare media)
- 2<sup>a</sup> incisione (strumenti) VI-VII spazio intercostale (linea ascellare posteriore)
- 3<sup>a</sup> incisione (strumenti) V spazio intercostale (linea ascellare anteriore)

È sempre consigliabile l'esplorazione della cavità toracica prima di completare l'accesso chirurgico

con altre 2 incisioni, per verificare la possibilità di effettuare l'intervento in VATS (Fig. 14).

### Resezione atipica ("Wedge Resection")

In anestesia generale con intubazione selettiva (tubo a doppio lume), si posiziona il paziente in decubito laterale con arto superiore esteso su apposito supporto. Si procede all'induzione di pneumotorace con siringa da 20 ml e dopo esplorazione della cavità toracica, si effettuano gli altri 2 accessi chirurgici secondo la triangolazione descritta.

Indipendentemente dal tipo di tecnica utilizzata, dopo l'individuazione del nodulo, si procede alla sua exeresi con suturatrice meccanica "Endostapler" (*Endopath ET45B Ethicon Endo-Surgery, INC*).

Come per tutte le "wedge resection" in VATS, può essere utile applicare una pinza endoscopica con branche atraumatiche sufficientemente lunghe, per la compressione del parenchima polmonare (Fig. 15, 16). Questa permette un più agevole posizionamento della suturatrice ed un migliore allineamento delle cariche che in caso di eccessiva angolazione, sono causa frequente di "air leaks". È considerato margine di resezione sicuro, una distanza dal nodulo compreso tra 5 e 10 mm. Eseguita la resezione con Endostapler (Fig. 17) il nodulo, estratto attraverso uno dei tre accessi nell'apposito sacchetto sterile, viene esaminato a fresco per la definizione istologica. In caso di neoplasia polmonare

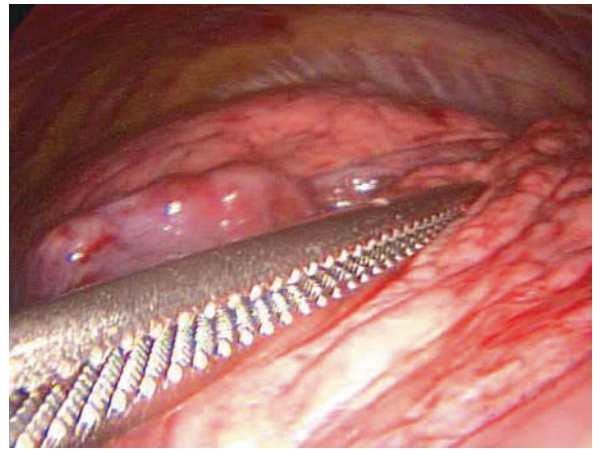


Fig. 15. Endograsp a branche lunghe

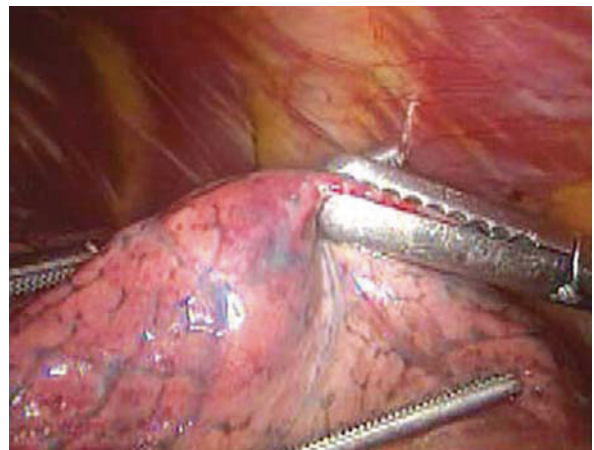


Fig. 16. Compressione del parenchima polmonare in prossimità del nodulo



Fig. 14. Accessi chirurgici. Incisioni nel triangolo ascellare sinistro per resezione VATS di nodulo polmonare

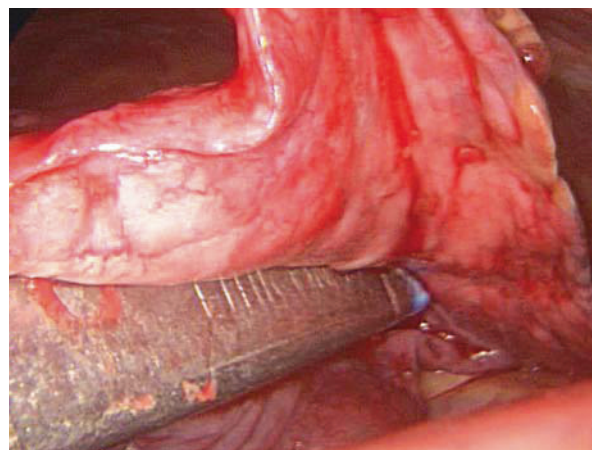


Fig. 17. Resezione su suturatrice endoscopica (*Endopath ATB45 Ethicon Endo-Surgery, INC*)

primitiva (NSCLC) si procede ad un intervento di lobectomia in VATS nei casi in cui ve ne sia l'indicazione tenendo conto dei criteri di radicalità oncologica (Stadio I).

### Enucleazione

Si tratta di un particolare tipo di exeresi per il trattamento di lesioni benigne, per lo più rappresentate dall'amartoccondroma. La lesione è in genere a sede superficiale, di consistenza dura, di aspetto cartilagineo, ben delimitabile e pertanto facilmente localizzabile. Spesso basta la palpazione strumentale per individuarla, raramente è necessario utilizzare altre metodiche di localizzazione. La tecnica di enucleazione in VATS è del tutto sovrapponibile a quella in toracotomia. Analogamente alle dita di una mano che comprimono il parenchima polmonare, l'utilizzo di una pinza endoscopica a branche lunghe, posizionata al di sotto del NP, permette l'esposizione e la superficializzazione della lesione. Una piccola incisione con un dissectore elettrificato e la successiva dissezione, mantenendo in una posizione fissa la pinza al di sotto del NP, permette un vero e proprio "snocciolamento" della lesione. La breccia parenchimale che ne residua è suturata con punti staccati in materiale riassorbibile (Maxon 3/0), utilizzando un portaghi endoscopico ed uno stringi-nodi oppure, quando non è disponibile quest'ultimo, una pinza di Babcock. I risultati sono del tutto sovrapponibili all'enucleazione in toracotomia

### Resezione radioguidata del nodulo polmonare in VATS esperienza personale

Nel periodo compreso tra gennaio 1997 e Giugno 2005, presso la Divisione di Chirurgia Toracica-Dipartimento Cardio-Toracico dell'Università di Pisa, sono stati sottoposti a chirurgia radioguidata in VATS 223 pazienti con piccoli noduli polmonari di natura indeterminata. Le lesioni avevano un diametro massimo di 2 cm, con una grandezza media di 8.3mm (range 4-19) ed una distanza media dalla pleura viscerale di 13 mm (range 6-30).

Si è trattato di 151 maschi e 72 femmine con età media di 61.5 aa (range 12-82 aa) di cui 184 con un unico nodulo polmonare e 39 con noduli multipli (di dimensioni minime (< 1 cm). Il 48.8% di essi aveva un'anamnesi positiva per neoplasia sincrona o metacrona (Tab. 2).

**Tabella 2.** Caratteristiche dei pazienti (n = 223)

Sesso	Maschi (151) – Femmine (72)
Età (media)	61,5 aa (range 12-82)
Anamnesi pregresse neoplasie	109
Dimensioni medie nodulo	8,3 mm (range 4-19)
Profondità media del nodulo (rispetto alla pleura viscerale)	13 mm (range 6-30)

**Tabella 3.** Risultati istologici (n = 223)

NSCLC	32 (14%)
Metastasi polmonari	77 (34,5%)
Lesioni benigne	114 (51,5%)

Tutti i pazienti sono stati sottoposti ad HRCT per la accurata identificazione dei noduli polmonari. In 45/223 pazienti, sottoposti ad agoaspirato TC guidato l'esame citologico è risultato non conclusivo mentre in 36 la diagnosi è stata definitiva con 13 casi di tumore primitivo non a piccole cellule (NSCLC).

### Risultati

La grandezza media dei noduli è stata di 8.3 mm (range 4-19) e la distanza media dalla pleura di 13 mm (range 6-30) In tutti i pazienti non vi sono state complicanze ad eccezione di 6 casi di pnx, asintomatico (minima falda d'aria) che non ha richiesto il posizionamento di drenaggio. La procedura chirurgica videotoroscopica è iniziata da 60 a 190 min (media 120 min) dopo la radio-marcatura del nodulo. In 2 pazienti si è resa necessaria la conversione in minitoracotomia per la difficoltà a localizzare il nodulo dovuta alla diffusione del tracciante in cavità toracica. In un terzo paziente (affetto da grave enfisema) per accumulo del tracciante in una bolla, successivamente rotta; in un altro per insorgenza di pneumotorace durante la procedura di iniezione del radiofarmaco. In tutti gli altri casi la identificazione del nodulo è stata agevole e priva di complicanze. La durata media dell'intervento è stata di 50 min (range 20-100 min). In 32 (14%) pazienti è stato diagnosticato un tumore primitivo del polmone, in 77 (34,5%) una metastasi polmonare ed in 114 una lesione benigna (51,5%) (Tab. 3). In 6 pazienti con neoplasia primitiva del polmone è

stata effettuata una “wedge resection” (per ridotta funzione respiratoria); negli altri si è proceduto al completamento in lobectomia (nella stessa seduta operatoria): 13 pazienti trattati con tecnica robotica video-assistita. La durata media dei drenaggi è stata di 2 giorni (range 1-5) e la degenza media di 3 (range 2-6). In tutti i casi non vi è stata mortalità né morbilità correlata alla procedura.

## Conclusioni

La chirurgia videotoroscopica ha completamente modificato la strategia diagnostica e terapeutica dei noduli polmonari di piccole dimensioni [25-27]. Nonostante gli innumerevoli vantaggi di questo approccio, esso ha tuttavia il grosso limite dell'assenza del “tactile feedback”, ossia dall'impossibilità di “sentire” il parenchima polmonare per poterne apprezzare la consistenza e/o rilevarne piccoli noduli, non evidenti sulla superficie viscerale. [25, 28-30]. Negli ultimi anni, per ovviare a queste difficoltà sono state sviluppate una serie di tecniche, tra cui il posizionamento di uncini sotto guida radiologica, la marcatura con blu di metilene e più recentemente l'utilizzo di sonde ecografiche endocavitari [28, 29, 31, 32]. Tutte queste metodiche, pur dando buoni risultati, non sono tuttavia prive di complicanze [33]. La dislocazione degli uncini, la difficoltà a localizzare il nodulo con blu di metilene (per impossibilità di distinguere il colorante dal restante parenchima polmonare) o la presenza di artefatti, in corso di ecografia endocavitaria, sono tra le cause più frequenti di conversione in toracotomia [33]. La ricerca “radioguidata” dei piccoli noduli, permette di rilevare con accuratezza, tutte le lesioni marcate con il radiofarmaco. Inoltre, il tempo di permanenza del radionuclide a livello della lesione è nettamente più lungo rispetto quello del colorante vitale; questo incrementa sensibilmente il tempo disponibile tra marcatura del nodulo e tempo chirurgico, consentendo una migliore gestione nella programmazione dell'intervento. Pneumotorace, emotorace e dolore toracico sono tra le complicanze che più di frequente sono descritte durante le varie metodiche di localizzazione. La bassa incidenza di complicanze nella casistica degli Autori è probabilmente dovuta all'assenza di corpi estranei ed al piccolo volume della sospensione iniettata. Riguardo alla localizzazione dei NPS con ecografia endocavitaria, i dati della letteratura risultano discordanti [7, 22, 32]. Sebbene in alcune casistiche sia riportato il 100% di successi, circa l'accuratezza della tecnica [21], in altre sono descritti limiti per

lo più dovuti alla presenza di aria che non consente l'esatta localizzazione delle lesioni [32].

Attualmente, la resezione radioguidata in VATS, confrontata con le altre metodiche, sembra essere la tecnica più accurata e con minori complicanze, anche nella localizzazione dei piccoli noduli polmonari (< 1 cm) profondamente situati (5 mm-3 cm).

In futuro è prevedibile una possibile evoluzione grazie all'impiego di radiofarmaci somministrabili per via endovenosa, (escludendo quindi la necessità di una guida radiologica) ed allo sviluppo di sonde endoscopiche sempre più miniaturizzate per la rilevazione di positroni-PET (Positron Emission Tomographic scanning).

## Bibliografia

1. Tuddenham WJ (1984) Glossary of terms for thoracic radiology: recommendations of the nomenclature Committee of the Fleischner Society. *AJR Am J Roentgenol* 143:509-517
2. Mack MJ, Hazelrigg SR, Landreneau RJ et al (1993) Thoracoscopy for the diagnosis of the indetermined solitary pulmonary nodule. *Ann Thorac Surg* 56:825-832
3. Stoller JK, Ahmad M, Rice TW (1988) Solitary pulmonary nodules. *Cleve Clin J Med* 55:68-71
4. Dewan NA, Gupta NC, Redepenning LS et al (1993): Diagnostic efficacy of PET-FDG imaging in solitary pulmonary nodules. Potential role in evaluation and management. *Chest* 104:997-1002
5. Comstock GW, Vaughan RH, Montgomery G (1965) Outcome of solitary pulmonary nodules discovered in an x-ray screening program. *N Engl J Med* 254:1018-1022
6. Good CA, Wilson TW (1958) The solitary circumscribed pulmonary nodule: study of seven hundred five cases encountered roentgenographically in a period of three and one-half years. *J Am Med Assoc* 166:210-215
7. Erasmus JJ, McAdams HP, Connolly JE (2000) Solitary pulmonary nodules. Part II. Evaluation of the indeterminate nodule. *Radiographics* 20:59-66
8. Erasmus JJ, Connolly JE, McAdams HP et al (2000) Solitary pulmonary nodules. Part I. Morphologic evaluation for differentiation of benign and malignant lesions. *Radiographics* 20:43-58
9. Leef JL 3<sup>rd</sup>, Klein JS (2002) The solitary pulmonary nodule. *Radiol Clin North Am* 40:123-143
10. Salathe M, Soler M, Bolliger CT et al (1992) Transbronchial needle aspiration in routine fiberoptic bronchoscopy. *Respiration* 59:5-8
11. Schenk DA, Bower JH, Bryan CL et al (1986) Transbronchial needle aspiration staging of bronchogenic carcinoma. *American Review Respiratory Disease* 134:146-148
12. Nolop KB, Rhodes CG, Brudin LH et al (1987) Glucose utilization in vivo by human pulmonary neoplasm. *Cancer* 60:2682-2689
13. Patz EJ, Lowe VJ, Hoffman JM et al (1993) Focal pulmonary abnormalities: Evaluation with F-18 fluorodeoxyglucose PET scanning. *Radiology* 188:487-490

14. Swanson SJ, Jaklitsch MT, Mentzer SJ (1999) Management of the Solitary Pulmonary Nodule: Role of Thoracoscopy in Diagnosis and Therapy. *Chest* 116[3 Suppl]: 523S-524S
15. Ciriaco P, Negri GP, Pugliesi A et al (2004) Video-assisted thoracoscopic surgery for pulmonary nodules: rationale for preoperative computer tomography-guided hookwire localization. *Eur J Cardiothorac Surg* 25:429-433
16. Nomori H, Horio H (1996) Endofinger for tactile localization of pulmonary nodules during thoracoscopic resection. *Thorac Cardiovasc Surg* 44:50-53
17. Torre M, Ferraroli GM, Vanzulli A et al (2004) A new safe and stable spiral wire needle for thoracoscopic resection of lung nodules. *Chest*. 125:2289-2293
18. Ludwig C, Zeitoun M, Stoelben E (2004) Video-assisted thoracoscopic resection of pulmonary lesions. *EJSO* 30:1118-1122
19. Vandoni RE, Cuttat JF, Wicky S et al (1998) Video-assisted thoracoscopic resection of pulmonary nodules. *Eur J Cardio-Thorac Surg* 14:265-270
20. Ambrogi MC, Dini P, Boni G et al (2005) A strategy for thoracoscopic resection of small pulmonary nodules. *Surg Endosc* 19:1644-1647
21. Santambrogio R, Montorsi M, Bianchi P et al (1999) Intraoperative ultrasound during thoracoscopic procedures for solitary pulmonary nodules. *Ann Thorac. Surg*, 68:218-222
22. Shennib H, Bret P (1993) Intraoperative transthoracic ultrasonographic localization of occult lung lesions. *Ann Thorac Surg* 55:767-769
23. Keviler E, Gossot D, Celerier M et al (1998) Limitations of intraoperative sonography for the localization of pulmonary nodules during thoracoscopy. *Am J Roetgenol* 170:214-215
24. Chella A, Lucchi M, Ambrogi MC et al (2000): A pilot study of the role of Tc-99 radionuclide in localization of pulmonary nodular lesions for thoracoscopic resection. *Eur J Cardiothorac Surg* 18:17-21
25. Mack MJ, Hazelrigg SR, Landreneau RJ et al (1993) Thoracoscopy for the diagnosis of the indetermined solitary pulmonary nodule. *Ann Thorac Surg* 56:825-832
26. Pastorino U (2002) History of the surgical management of pulmonary metastases and development of the International Registry. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 14:18-28
27. Shulkin AN (1993) Management of the indetermined solitary pulmonary nodule: a pneumologist's view. *Ann Thorac Surg* 56:743-744
28. Jimenez MF (2001) Prospective study on video-assisted thoracoscopic surgery in the resection of pulmonary nodules: 209 cases from the Spanish Video-Assisted Thoracic Surgery Study Group. *Eur J Cardiothorac Surg*; 19:562-565
29. De Kerviler E, Gossot D, Fria J (1996) Localization techniques for the thoracoscopic resection of pulmonary nodules. *Int Surg* 81:241-244
30. Suzuki K, Nagai K, Ohmatsu H et al (1999) Video-assisted thoracoscopic surgery for small indeterminate pulmonary nodules: indications for preoperative marking. *Chest* 115:563-568
31. Demmy TL, Wagner-Mann CC, James MA (1997) Feasibility of mathematical models to predict success in video-assisted thoracic surgery lung nodule excision. *Am J Surg* 174:20-23
32. Greenfield AL, Steiner RM, Liu JB et al (1997) Sonographic guidance for the localization of peripheral nodules during thoracoscopy. *Am J Roetgenol* 168:1057-1060
33. Horan TA, Pinheiro PM, Araujo LM et al (2002) Massive gas embolism during pulmonary nodule hook wire localization. *Ann Thorac Surg* 73:1647-1649

## Premesse

Le pneumopatie interstiziali (ILDs) sono un gruppo eterogeneo di patologie caratterizzate da infiammazione cronica e fibrosi progressiva dell'interstizio polmonare. Sono quadri nosologici normalmente di competenza pneumologica ed il chirurgo toracico viene interpellato solo in caso di diagnosi dubbia, se si rende necessaria la biopsia chirurgica.

Il primo caso di pneumopatia interstiziale venne descritto da Osler nel 1892 [1]; il nome di *cirrosi del polmone*, con cui la patologia veniva denominata all'inizio del secolo scorso, rende chiaramente il concetto di progressività ed evolutività del quadro, che porta più o meno rapidamente all'insufficienza respiratoria.

Attualmente si conoscono circa 200 quadri di patologia dell'interstizio polmonare, che possono risultare primitivi o secondari. Alcuni presentano un'etiologia conosciuta, altri rimangono di genesi non chiara. Questi ultimi, raccolti nelle pneumopatie o polmoniti interstiziali idiopatiche (IIP), risultano i più impegnativi dal punto di vista diagnostico e prognostico e soprattutto per essi può essere indicata la biopsia chirurgica.

LeILDs sono classificate in diverse categorie. Le polmoniti interstiziali idiopatiche vengono ulteriormente classificate secondo lo schema proposto dall'American Thoracic Society / European Respiratory Society (ATS/ERS) (Tab. 1) [2, 3].

Per i pazienti affetti daILDs nella maggior parte dei casi si giunge ad una diagnosi senza ricorrere alla biopsia chirurgica. I dati clinici del paziente, l'impiego della TAC ad alta risoluzione (HRCT), e di indagini invasive specifiche (TBB, BAL, FNAB, FNAC), consentono di raggiungere risultati apprezzabili in tal senso. In una percentuale contenuta di casi tuttavia il quadro non è di univoca interpretazione e pertanto risulta indicato il ricorso al chirurgo [3-6].

## Indicazioni alla biopsia chirurgica

Il paziente affetto da pneumopatia interstiziale si presenta il più delle volte in precario compenso re-

**Tabella 1.** Classificazione delle pneumopatie interstiziali

Interstiziopatie ad etiologia conosciuta	Occupazionali Ambientali Farmacologiche Da ipersensibilità Infettive
Interstiziopatie associate a patologie sistemiche	Sarcoidosi Collagenopatie
Granuloma eosinofilo	
Polmoniti interstiziali idiopatiche (IIP)	Fibrosi polmonare idiopatica (Ipf/Uip) Polmonite interstiziale aspecifica (Nsp) Polmonite organizzata criptogenetica (Cop) Polmonite interstiziale acuta (Aip) Pneumopatia interstiziale con bronchiolite respiratoria associata (Rb-Ild) Polmonite interstiziale desquamativa (Dip) Polmonite Interstiziale Linfoide (Lip)

spiratorio: cause intercorrenti possono aggravare un quadro funzionale già compromesso. La biopsia chirurgica, eseguita fino a qualche anno fa in torcotomia poteva precipitare una situazione respiratoria in fragile equilibrio: l'intervento, di chirurgia "maggiore" anche se tecnicamente semplice, era tollerato con difficoltà dal paziente e nel postoperatorio poteva comparire un sensibile peggioramento del quadro respiratorio [7].

L'avvento della chirurgia toracica videoassistita (VATS) ha indubbiamente semplificato le cose da questo aspetto.

I vantaggi intrinseci della VATS (minore sintomatologia dolorosa, ripresa postoperatoria più rapida) e l'utilizzo di materiali sempre più sofisticati ed affidabili hanno reso possibile l'estensione della biopsia polmonare anche a pazienti altrimenti non candidabili ad intervento in chirurgia "open": per questo motivo il paziente viene inviato al chirurgo toracico con maggior frequenza rispetto al passato. Fondamentale in particolare è stata l'introduzione delle suturatrici meccaniche endoscopiche, che ha consentito l'esecuzione di biopsie pol-

monari sicure e soddisfacenti per quanto riguarda l'emostasi e l'aerostasi [8].

L'accesso videoendoscopico ha garantito infine la possibilità di eseguire biopsie polmonari idonee non solo dal punto di vista quantitativo ma anche qualitativo permettendo di effettuare prelievi multipli di tessuto anche in lobi differenti ed in sedi difficilmente raggiungibili in minitoracotomia.

I casi suscettibili di biopsia polmonare in VATS sono rappresentati da:

- Pazienti con quadro radiologico di una pneumopatia interstiziale non chiaro nè patognomnico all'indagine HRCT.
- Pazienti per i quali le indagini invasive eseguite (TBB, BAL, FNAB, FNAC) non sono risultate dirimenti dal punto di vista diagnostico.

Requisiti fondamentali del paziente da sottoporre a biopsia chirurgica sono la presenza di un discreto *performance status*, un quadro emocoagulativo e metabolico soddisfacente e la possibilità di poter tollerare la ventilazione monopulmonare.

La biopsia chirurgica permette:

- il raggiungimento di una diagnosi istologica certa che consenta una terapia medica mirata;
- la conferma o l'esclusione di altre importanti patologie che possono presentarsi con un quadro radiologico sovrapponibile (linfangite neoplastica) [3];
- l'accertamento del grado di attività della patologia;
- la definizione della progressione della patologia
- la valutazione della risposta al trattamento [2].

I prelievi biotipici dovrebbero essere due o tre, eseguiti in lobi differenti (lobo medio/lingula e lobo inferiore) evitando l'apice del lobo superiore che il più delle volte è sede di esiti flogistico/cicatriziali che possono rendere difficoltosa la diagnosi anatomo-patologica.

La biopsia della sola lingula o del lobo medio come veniva sistematicamente eseguita in chirurgia "open" qualche tempo fa, non rappresenta una tecnica valida per ottenere una diagnosi differenziale precisa.

La scelta della sede esatta della biopsia viene guidata dal quadro HRCT: le aree di fibrosi a nido d'ape e le aree addensanti andrebbero evitate perché rivelatrici di uno stadio ormai avanzato, povere di tessuto florido e poco significative dal punto di vista istologico [2].

Allo stesso tempo andrebbero evitate le aree di aspetto macroscopico normale e senza il reperto palpatorio di microgranuli superficiali diffusi (gritiness) [9].

Grande attenzione andrebbe posta infine alle modalità di prelievo del tessuto polmonare evitan-

do traumatismi da manovre chirurgiche che potrebbero compromettere la leggibilità istologica del pezzo [3].

## Accessi e tecnica chirurgica



La biopsia polmonare in corso di IIP si esegue solitamente con tre accessi toracoscopici.

Alcuni autori hanno suggerito l'utilizzo di una sola porta (VATS uniportale) attraverso un unico accesso al VI spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore. Questa metodica presuppone tuttavia l'impiego di una strumentazione dedicata articolabile (pinze da presa ed endostaplers).

È un accesso che se da un lato permette una ulteriore riduzione del dolore e una più rapida ripresa postoperatoria rispetto alla metodica tradizionale a tre porte, viene tuttavia gravato dall'elevato costo della strumentazione articolabile [10].

Il paziente viene posto in decubito laterale dal lato opposto alla sede della patologia, in iperestensione per allargare gli spazi intercostali ed agevolare l'introduzione dei trocars e dello strumentario chirurgico; l'arto superiore sarà lasciato penzolare libero al davanti della testa e sopra l'arto controlaterale oppure potrà essere sostenuto da un reggibraccio parallelo al piano del letto operatorio. L'operatore si pone dietro al paziente e di fianco alla strumentista. Di fronte all'operatore si dispongono l'aiuto e l'assistente (Fig. 1).

Nella tecnica a tre porte, vengono utilizzati trocars da 12mm. L'ottica risulta quella da 10mm a 0° ma l'intervento si esegue agevolmente anche con quella da 5mm a 0° che permette peraltro di fare entrare in contemporanea dalla medesima porta anche altri strumenti (aspiratore, elettrobisturi).

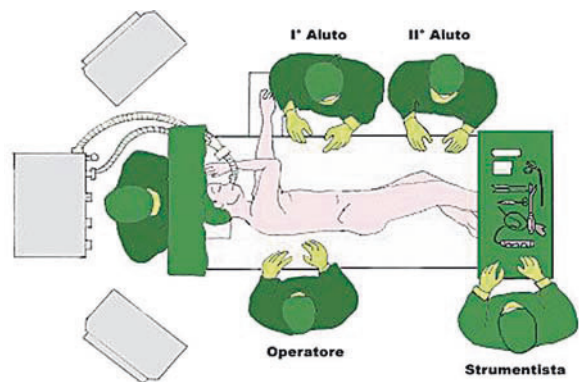


Fig. 1. Disposizione dell'equipe operatoria

La scelta degli accessi deve essere valutata accuratamente sulla scorta del quadro della HRCT, per poter ottenere campioni di tessuto polmonare in modo agevole ed in sedi congrue.

Il primo trocar (ottica) viene inserito generalmente al VI-VII spazio intercostale sulla linea ascellare media. Introdotto il videotorascoscopio si scelgono, sotto visione endoscopica, gli accessi successivi destinati agli strumenti, e localizzati al V-VI spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore ed al all'VIII o anche IX spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore (Fig. 2).

Viene effettuata una accurata ispezione del polmone e successivamente attraverso gli accessi torascopici si valuta con la palpazione digitale la consistenza, l'irregolarità, la granulosità del parenchima. Si scelgono le sedi dove effettuare le biopsie: solitamente vengono eseguite due-tre resezioni interessanti il lobo medio/la lingula ed il lobo inferiore, nei segmenti antero-basale ed apicale: questo consente di poter garantire un campionamento più esteso ed una più completa lettura dei preparati da parte dell'anatomo-patologo.

La suturatrice endoscopica che normalmente viene utilizzata è quella da 35 mm a stelo rigido o articolabile: due cariche sono di solito sufficienti

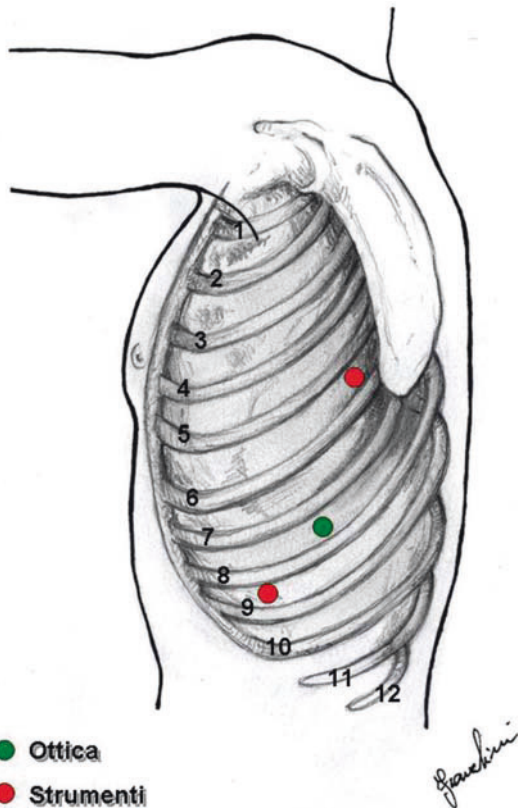
per ottenere un campione di parenchima polmonare quantitativamente congruo.

Il tipo di resezione è rappresentato da una segmentectomia atipica che può essere tangenziale e/o a cuneo, a seconda delle sedi in cui la si esegue.

In caso di *resezione tangenziale*, ideale per il segmento apicale dell'inferiore, la linea di sezione appare retta (Figg. 3, 4).

In caso di *resezione a cuneo o a V*, indicata per il lobo medio/lingula, per i segmenti basali del lobo inferiore e, se indicato, per l'apice del lobo superiore, la linea di sezione si presenta angolata, dai 60 ai 90° (Figg. 5, 6).

In quest'ultimo caso la suturatrice viene fatta passare successivamente dalle due porte opposte



**Fig. 2.** Biopsia polmonare. Accessi videotorascopici



**Fig. 3.** Pneumopatia interstiziale (UIP). Biopsia tangenziale del segmento apicale del lobo inferiore destro: la rima di sezione appare retta



**Fig. 4.** Pezzo operatorio: la linea di sezione si presenta rettilinea



**Fig. 5.** Pneumopatia interstiziale (UIP). Biopsia a cuneo del segmento antero-basale del lobo inferiore destro: si apprezza la rima di sezione a V



**Fig. 6.** Pezzo operatorio: la linea di sezione si presenta angolata di 90°

sulla linea ascellare anteriore e posteriore per poter ricavare un corretto cuneo di parenchima [9]. I pezzi operatori vengono inviati per l'esame anatomico-patologico; un frammento dei campioni viene anche destinato a ricerche microbiologiche (batteri, virus e miceti) Al termine della resezione si controlla la trancia di sezione per valutare che la rima sia regolarmente ed uniformemente suturata e priva di gemizi emorragici. Controllata l'emostasi e l'aerostasi si posiziona un drenaggio 28/32F in cavo pleurico utilizzando la porta dell'ottica. Viene infine eseguita la chiusura per piani delle porte toracoscopiche (Tab. 2).

**Tabella 2.** Intervento di biopsia polmonare in VATS step by step

1. Introduzione di un trocar da 12 mm al VI-VII spazio intercostale sulla LAM (ottica)
2. Posizionamento di altri due trocars da 12 mm sotto visione endoscopica all'VIII-IX spazio intercostale sulla LAA ed al V-VI spazio intercostale sulla LAP (strumenti)
3. Ispezione accurata del polmone
4. Palpazione digitale dei campi esplorabili
5. Scelta delle zone da sottoporre a biopsia
6. Resezione tangenziale e/o a cuneo in due lobi differenti
7. Controllo delle rime di sutura
8. Controllo emostasi ed aerostasi
9. Drenaggio del cavo pleurico con catetere 28/32 F
10. Chiusura per piani delle porte toracoscopiche

LAA, linea ascellare anteriore; LAM, linea ascellare media; LAP, linea ascellare posteriore

## Risultati

La biopsia polmonare eseguita in chirurgia videoassistita rappresenta nella maggior parte dei casi un intervento semplice, risolutivo dal punto di vista diagnostico e ben tollerato da parte del paziente. Anche pazienti in condizioni respiratorie critiche possono il più delle volte essere sottoposti ad intervento con scarso rischio di complicanze.

L'utilizzo di suturatrici meccaniche endoscopiche sempre più efficaci ha ridotto sensibilmente i casi di perdita ematica e di fuga aerea parenchimale protratta.

La mortalità e la morbilità postoperatoria riportate in letteratura risultano contenute [4, 7, 9, 11, 12] tanto che alcuni Autori per questo tipo di intervento riducono l'ospedalizzazione ad una sola notte (*fast track*) [13].

Qualche Autore sottolinea la rara possibilità di esacerbazione acuta postoperatoria della pneumopatia di base soprattutto in quei pazienti dispoici e portatori di pneumopatia interstiziale diffusa [14-16].

L'affidabilità diagnostica della tecnica risulta molto elevata, equivalente a quella della chirurgia "open", comportando una morbilità ed una durata del ricovero solitamente inferiori.

Alcuni Autori segnalano un'accuratezza diagnostica del 90-95% [17], altri del 96% [11], o superiore al 98% [18], altri infine del 100% [7, 12].

## Conclusioni

In caso di pneumopatia interstiziale di difficile inquadramento la biopsia chirurgica ha sicuramente un'importanza decisiva, con un'accuratezza diagnostica molto elevata, del 95-100% [7, 9, 11, 12, 17]. La biopsia chirurgica permette infatti un prelievo mirato di tessuto patologico ed in quantità soddisfacente, a differenza di altre tecniche di prelievo cito-istologico (TBB, BAL, FNAB, FNAC) che presentano invece un'affidabilità diagnostica sensibilmente inferiore, oscillante dal 30 al 77%. Per alcune di queste inoltre è stata registrata una morbidità non trascurabile (emotorace e pneumotorace) [7, 9].

Se esaminiamo i dati della letteratura la biopsia polmonare con approccio videoendoscopico raggiunge livelli di sicurezza soddisfacenti e conferisce la mininvasività necessaria al tipo di paziente da sottoporre a biopsia polmonare. La degenza media, già contenuta, può essere ulteriormente ridotta in molti casi ad una sola notte a conferma dell'affidabilità e sicurezza della metodica.

Per tali motivi la tecnica videotoroscopica deve essere preferita in prima battuta a quella convenzionale in minitoracotomia.

Quest'ultima va considerata come un intervento di chirurgia "maggiore" e come tale gravata da problemi che in molti pazienti possono essere superati o comunque circoscritti dall'intervento videoassistito.

I vantaggi della biopsia polmonare in VATS, confrontata con quella eseguita con approccio "open" sono essenzialmente i seguenti:

- la tecnica è più semplice e rapida,
- la percentuale di morbidità e mortalità è più contenuta,
- il dolore postoperatorio è più tollerabile.
- il recupero postoperatorio è più pronto.
- la degenza media viene ridotta con maggior contenimento dei costi.
- il risultato estetico è migliore,
- i postumi a medio e lungo termine sono meno significativi,
- l'accuratezza diagnostica è sovrapponibile a quella della chirurgia "open", con ulteriori vantaggi, legati alla possibilità di poter esplorare e sottoporre a biopsia segmenti polmonari difficili da raggiungere in minitoracotomia.

L'indicazione chirurgica deve essere attentamente valutata. Nella maggior parte dei casi la diagnosi è ottenibile con metodiche non chirurgiche. Se tuttavia il quadro clinico-radiologico ed i risultati delle altre tecniche di prelievo cito-istologico già ricordate non risultano sufficientemente orientati-

vi, può essere proposta la biopsia chirurgica. È bene tuttavia sottolineare che solo i casi di pneumopatia interstiziale ad uno stadio precoce o comunque senza un coinvolgimento diffuso polmonare possono essere candidabili all'intervento, pena il rischio di una esacerbazione acuta postoperatoria della patologia di base.

Il quadro della HRCT dovrebbe guidare il chirurgo nella scelta delle zone da sottoporre a biopsia.

La sola biopsia della lingula o del lobo medio non ci garantisce sempre una diagnosi certa.

In ogni caso, l'esecuzione di biopsie multiple a lingula/lobo medio ed ai segmenti del lobo inferiore risulta sufficiente ed adeguata per il raggiungimento della diagnosi.

## Bibliografia

1. Osler W (1892) *The Principles and Practice of Medicine*, D'Appleton & Co, New York
2. Green FHY (2002) Overview of pulmonary fibrosis. *Chest* 122:334s-339s
3. ATS/ERS International Multidisciplinary Consensus (2002) Classification of the Idiopathic Interstitial Pneumonias. *Am J Respir Crit Care Med* 165:277-304
4. Collard HR, King TE Jr (2003) Demystifying Idiopathic Interstitial Pneumonia. *Arch Intern Med* 163:17-29
5. Hunninghake GW, Zimmerman MB, Schwartz DA et al (2001) Utility of a Lung Biopsy for the Diagnosis of Idiopathic Pulmonary Fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med* 164:193-196
6. Katzenstein ALA, Myers JL (2001): Idiopathic Pulmonary fibrosis. To biopsy or not to biopsy. *Am J Respir Crit Care Med* 164:185-186
7. Rena O, Casadio C, Leo F et al (1999) Videothoroscopic lung biopsy in the diagnosis of interstitial lung disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 16:624-627
8. Conte C, Pastore C, Galeotafore GA et al (1999) Resezioni atipiche polmonari. In: Di Falco G (ed) *Videotoroscopia. Indicazioni e Tecniche Chirurgiche*, Masson Milano, pp 51-55
9. Fountain SW (1999) Pulmonary wedge biopsy: technique and application to interstitial lung disease. In: Walker WS (ed) *Video-Assisted Thoracic Surgery*, Isis Medical Media Oxford UK, pp 115-122
10. Rocco G, Martin-Ucar A, Passera E (2004) Uniportal VATS wedge pulmonary resections. *Ann Thorac Surg* 77:726-728
11. Ayed AK (2003) Video-assisted thoracoscopic lung biopsy in the diagnosis of diffuse interstitial lung disease. A prospective study. *J Cardiovasc Surg* 44:115-118
12. Yamaguchi M, Yoshino I, Suemitsu R et al (2004) Elective video-assisted thoracoscopic lung biopsy for interstitial lung disease. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 12:65-68
13. Preventza O, Hui HZ, Hramiec J (2002) Fast track video-assisted thoracic surgery. *Am Surg* 68:309-311
14. Jinbo M, Kaneda Y, Ueda K et al (2004) Thoracoscopic lung biopsy in the diagnosis of diffuse lung disease *Kyobu Geka* 57:1103-1105

15. Moore DJ, McParland CP, Bullock MJ et al (2004) Video-assisted thoracoscopic lung biopsy as a possible cause of acute interstitial pneumonia in a patient with nonspecific interstitial pneumonia. *Can Respir J* 11:437-440
16. Utz JP, Ryu J.H, Douglas WW et al (2001) High short-term mortality following lung biopsy for usual interstitial pneumonia. *Eur Respir J* 17:175-179
17. Glaspole IN, Wells AU, Du Bois RM (2001) Lung biopsy in parenchymal lung disease. *Monaldi Arch Chest Dis* 56:225-232
18. Caldeira J, Cruz J, Mendes A et al (2004) Video-assisted thoracic surgery in the diagnosis of interstitial diffuse pulmonary diseases. *Rev Port Cir Cardiorac Vasc* 11:129-132

## Premesse

La videotoroscopia ha incontrato un successo sempre maggiore da quando nel 1992 Roviario e coll [1] pubblicarono il primo intervento di lobectomia in VATS. La tecnica risulta indubbiamente giovane e moderna e rappresenta, assieme al trapianto di polmone, la maggiore innovazione in chirurgia toracica di questi ultimi anni. È un'approccio talmente nuovo che non è stato per alcuni aspetti definito ancora con chiarezza. Si è stabilito unanimemente che il termine di Chirurgia Videotoroscopica (CVT) si deve riferire agli interventi effettuati solo attraverso le varie porte endoscopiche, e che la Chirurgia Toracica Videoassistita (VATS) deve comprendere le tecniche nelle quali, oltre alle porte endoscopiche si esegue una minitoracotomia di 4-5 cm di lunghezza denominata da Roviario "toracotomia di servizio" [1]. L'approccio in VATS può essere indicato per le resezioni polmonari maggiori: i vantaggi relativi alla mininvasività e ad un recupero rapido del paziente sono indubbi [2, 3] e la minitoracotomia di servizio avrebbe la sola funzione di introdurre strumentario convenzionale e di estrarre il pezzo operatorio mentre tutto l'intervento verrebbe effettuato con la sola visione sul monitor. Molti chirurghi che pensano di eseguire l'intervento in VATS in realtà lo effettuano in Toracotomia Videoassistita (TVA): l'incisione, pur contenuta, raggiunge comunque gli 8-10 cm, viene praticata la sezione dei muscoli intercostali fino all'articolazione costo-trasversaria e si utilizza infine un divaricatore costale che permette una visione diretta attraverso la breccia come in caso di chirurgia convenzionale. I benefici della VATS in questo caso vengono evidentemente persi salvo forse quello meno importante relativo al risultato estetico.

Le resezioni polmonari in VATS come tutta le tecniche caratterizzate da traumatismo chirurgico minimo, dette di Chirurgia Mininvasiva, rappresentano sicuramente un impegno dal punto di vista dell'apprendimento per il chirurgo che già ha l'abilità di eseguire gli stessi interventi con le tecniche tradizionali. Se ad esempio un chirurgo sa effettuare correttamente una lobectomia polmonare in toracoto-

mia con minimo rischio per il paziente e con buoni risultati, qual è la necessità di apprendere una nuova tecnica che comporta un aggravio di lavoro e tempo? La risposta è semplice: il chirurgo serio non cerca le situazioni facili per sé stesso ma la soluzione migliore per il suo paziente e ormai numerosi studi dimostrano i vantaggi della chirurgia videotoroscopica rispetto a quella convenzionale (minore dolore, recupero postoperatorio più rapido, mortalità perioperatoria o a distanza sovrapponibile quando addirittura non inferiore a quella della chirurgia tradizionale, migliore risultato estetico) [4-7].

## Indicazioni

Le indicazioni alla resezione polmonare maggiore in VATS non sono ancora completamente definite anche se ogni volta si riducono le controindicazioni assolute e relative [8, 9]. Così per esempio mentre all'inizio la presenza di aderenze pleuropolmonari controindicava questo tipo di chirurgia, oggi nella maggior parte dei casi è possibile eseguire la pleurolisi in videotoroscopia grazie all'affinamento delle tecniche.

Le attuali indicazioni alla resezione polmonare maggiore in chirurgia videoassistita sono rappresentate da:

1. Neoplasia di dimensioni inferiori a 4 cm. Gli Autori hanno trattato anche tumori di dimensioni maggiori, fino a 6 cm, dal momento che se localizzati perifericamente non rappresentano un problema tecnico e che per poterli estrarre dalla minitoracotomia di servizio è sufficiente utilizzare momentaneamente un divaricatore costale di Tuffier. In ogni caso, a parte qualche eccezione, l'indicazione corretta prevede un diametro massimo di 4 cm.
2. Neoplasia a localizzazione periferica, a più di 1 cm dalla scissura o a più di 3 cm dall'ilo lobare.
3. Neoplasia allo stadio I, cioè N0, anche se questo rappresenta un criterio non da tutti accettato. In effetti in tutte le forme la presenza di adenopatie

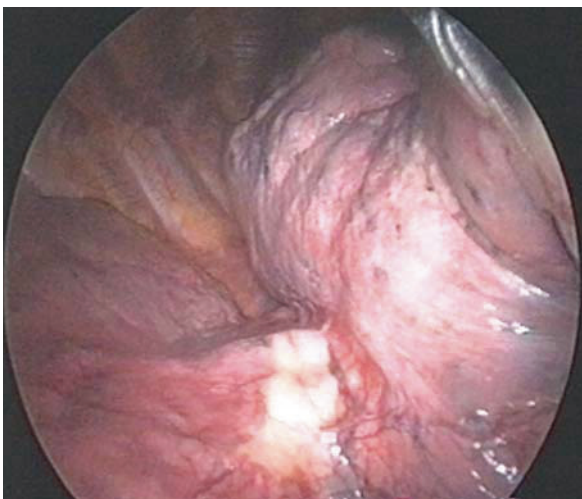
intrapolmonari non controindica l'exeresi, eventualmente può renderla un poco più impegnativa. Nei casi in cui intraoperatoriamente si rileva la presenza di N2, se la dissezione non viene ostacolata, può essere comunque portata a termine la lobectomia in VATS dal momento che l'ultima fase dell'intervento sarà quella di eseguire una linfadenectomia mediastinica completa che può essere effettuata anche in chirurgia videoassistita. Tuttavia l'orientamento che si sta imponendo è quello di convertire l'intervento in toracotomia davanti al riscontro di N1 o N2 [10] anche se la linfadenectomia rappresenta forse il tempo chirurgico più agevole.

4. Presenza di scissure più o meno libere (Fig. 1). Quello che risulta fondamentale è che sia aperta a destra la grande scissura, dal momento che la piccola scissura non comporta problemi nè per la lobectomia superiore che per la media ed inferiore, essendo sezionata e suturata anteriormente. A sinistra la scissura deve essere ben libera anche se in alcuni casi di scissura fusa può essere eseguita dapprima la sezione del bronco lobare superiore dietro al quale si possono apprezzare i rami vascolari occulti.

## Porte di accesso e minitoracotomia di servizio

Il paziente viene posto in decubito laterale come per una toracotomia postero-laterale.

Può essere utile disegnare sulla cute le linee di incisione della toracotomia laterale e postero-laterale



**Fig. 1.** Grande scissura completamente aperta con visualizzazione dell'arteria polmonare

le e i punti di ingresso delle porte toracoscopiche. Il braccio sarà lasciato cadere anteriormente. È consigliabile che il paziente venga leggermente ruotato all'indietro per favorire la migliore esposizione dell'ilo polmonare.

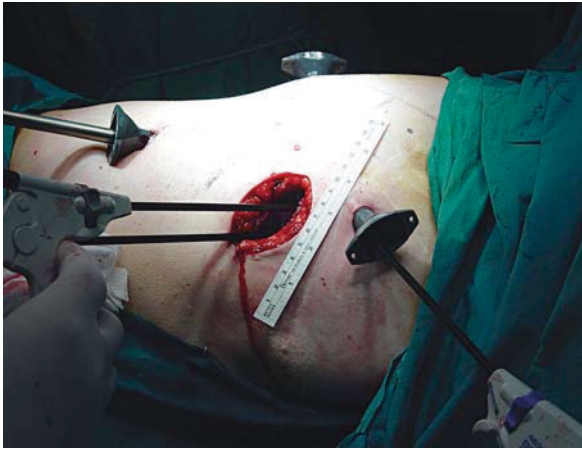
L'operatore si dispone davanti al paziente e di lato allo strumentista, gli aiuti alle spalle del paziente: il secondo aiuto che si dispone più caudalmente rispetto al primo, ha il compito di tenere il videotoracoscopio. Se si dispone di due monitors, questi sono collocati ai lati del paziente alle spalle di operatore ed aiuti. Ai piedi dell'operatore sono presenti i pedali del bisturi elettrico, ad ultrasuoni e dell'aspiratore (Fig. 2).

Di solito si utilizzano tre accessi con trocar da 12 mm, rispettando il principio della triangolazione, fondamentale per lavorare correttamente in chirurgia endoscopica. La porta di entrata dell'ottica deve essere localizzata al 7°-8° spazio intercostale sulla linea ascellare media; una seconda porta viene scelta al 6°-7° spazio intercostale sulla linea angolare della scapola; la terza porta si effettua al 3°-4° spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore. La minitoracotomia di servizio si esegue al 5° spazio intercostale anteriormente (Fig. 3). L'incisione non supera i 4-5 cm e non necessita dell'impiego del divaricatore costale. Attraverso la minitoracotomia di servizio l'operatore può introdurre strumentario anche convenzionale per facilitare la dissezione vascolare e bronchiale. La minitoracotomia si estende in profondità 2-3 cm oltre l'incisione cutanea.

Si apre lo spazio intercostale col bisturi elettrico sotto controllo endoscopico, per evitare lesioni specialmente nel versante anteriore dove è ubicato il cuore. A volte, entrati in cavo con la porta toracoscopica ed iniziata la dissezione, può essere ritira-



**Fig. 2.** Posizione dell'operatore e degli aiuti



**Fig. 3.** Porte di entrata e minitoracotomia di servizio

to il trocar facilitando così il movimento degli strumenti endoscopici, limitato solitamente dalla rigidità della parete toracica attorno allo stesso trocar. In questi casi bisogna porre particolare attenzione al ritiro degli strumenti per evitare l'insemenza-mento neoplastico nella parete: è una manovra corretta quella di lasciare il trocar nella porzione esterna dello strumento per poi ricollocarlo in sede prima che lo strumento venga ritirato evitando così il contatto con la parete toracica.

Viene utilizzata un'ottica da 10 mm a 0°. In alcuni casi può essere necessario cambiare la porta di entrata dell'ottica per garantire una visione frontale ottimale, utilizzando la porta antero-superiore per la dissezione arteriosa in corso di lobectomia superiore e la minitoracotomia per l'introduzione della stapler endoscopica attraverso la porta inferiore, quella abitualmente utilizzata per la videocamera.

## Anatomia videotorascopica

L'intervento di lobectomia polmonare in VATS si compone di una serie di particolarità tecniche nuove per il chirurgo toracico, come per esempio lavorare in un campo visivo bidimensionale, anche se l'anatomia rimane la stessa. In ogni modo, cambiando la visione intraoperatoria, è importante sottolineare alcuni aspetti peculiari di questo tipo di approccio.

A differenza della chirurgia convenzionale dove le strutture da sezionare si osservano dall'alto e da dietro, ora vengono visualizzate sempre dal davanti.

## Peduncolo polmonare destro

La prima struttura vascolare che si apprezza sono le vene polmonari che sono situate nel piano più anteriore. La vena polmonare superiore, formata dalla confluenza della vena del lobo superiore con quella del lobo medio, risulta ben accessibile, così come la vena polmonare inferiore, situata inferiormente al bronco nella porzione più craniale del legamento triangolare.

L'arteria polmonare prima di emergere dal mediastino dà origine ad un grosso ramo destinato al lobo superiore, detta arteria mediastinica, che si visualizza perfettamente dalla porta di entrata antero-superiore così come il suo rapporto con la vena azygos. Il resto di questo asse arterioso, rappresentato dalle arterie lobari media ed inferiore, appena esce dal mediastino scompare dietro la vena polmonare superiore che proviene dai lobi superiore e medio: in questa sede nascono rami segmentari per il lobo superiore in numero variabile che devono essere identificati per non lesionarli. Dopodiché l'arteria riappare nel fondo della scissura maggiore, nel bordo posteriore dell'origine del bronco lobare medio. Attraversa quindi una sorta di tunnel la cui parete anteriore ed esterna è rappresentata dal bronco segmentario ventrale del lobo superiore che termina nel segmento corrispondente rimanendo a volte saldato al lobo medio per l'assenza più o meno completa della scissura.

Dietro all'arteria si trova il piano bronchiale. In primo luogo emerge il bronco lobare superiore che si dispone obliquo verso l'alto e l'esterno. In seguito si apprezza su di un piano più anteriore il bronco lobare medio e, su di un piano più posteriore e ad un livello leggermente inferiore, il bronco segmentario apicale dell'inferiore denominato ramo di Nelson. Alla fine compare il tronco basale inferiore da dove nasce in genere lo stesso bronco di Nelson.

## Peduncolo polmonare sinistro

La differenza essenziale consiste nel fatto che l'arteria polmonare circonda da dietro il bronco lobare superiore. Nel frattempo fornisce già un ramo voluminoso per i segmenti apicale e ventrale del lobo superiore che passa al davanti dello stesso bronco lobare superiore. Dietro al bronco si trova un'arteria segmentaria dorsale ed a volte un ramo accessorio apicale. Il bronco lobare superiore si trova quindi racchiuso entro una sorta di pinza arteriosa. L'arteria penetra poi all'interno della scissura collocandosi di nuovo al davanti del piano bron-

chiale. Fornisce allora più o meno gli stessi rami di destra, uno dorsale scissurale, uno linguare omologo di quello per il lobo medio, uno destinato al segmento 6 per poi terminare col tronco basale. Nella scissura il piano arterioso si trova in profondità col tronco dell'arteria ed i relativi rami che assumono una posizione ad X semplice o con incrociamenti più o meno complessi. Uno dei rami della X, sempre unica, rappresenta l'asse arterioso. Da questo emergono il ramo in posizione postero-superiore destinato al segmento 6 e l'altro in direzione antero-inferiore che irrorla la lingua.

Il piano venoso risulta piuttosto asimmetrico, la vena polmonare superiore si trova direttamente al davanti del bronco lobare superiore e presenta come affluente inferiore la vena linguare. La vena polmonare inferiore ha un decorso simmetrico con quello dell'omonima di destra, ed è situata al di sotto del bordo inferiore del bronco.

## Tipi di interventi

Sebbene la tecnica di dissezione vascolare e bronchiale sia identica in tutti i casi, è necessario dettagliare separatamente ciascun tipo di lobectomia polmonare poiché, per gli aspetti anatomici differenti e peculiari dei diversi lobi ogni lobectomia presenta particolarità uniche di impostazione e dissezione che è fondamentale conoscere. In ogni modo è importante rammentare che la chirurgia videotoroscopica rappresenta non solo una via di accesso differente ma anche un nuovo modo di operare soprattutto per quanto concerne il tempo dissettivo poiché le tecniche di dissezione che si praticano sono differenti da quelle della chirurgia convenzionale.

### Lobectomia superiore destra



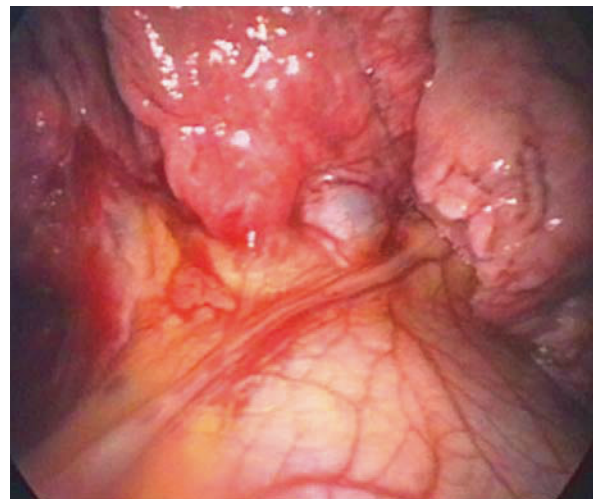
La prima fase è l'esplorazione di tutta la cavità e delle stazioni linfonodali per conoscere esattamente la situazione e le eventuali cause di non resecabilità o di controindicazioni all'intervento videoassistito, nel qual caso si converte l'intervento in chirurgia "open".

Accertato tutto questo e verificato che la scissura sia libera si trazona il lobo superiore posteriormente utilizzando una pinza ad anelli atraumatica di Kaiser introdotta attraverso la porta sottoscapolare. Se il lobo medio risulta voluminoso e tende a cadere anteriormente lo si trazona utilizzando que-

sta stessa pinza o lo si sposta all'indietro con una pinza da presa endoscopica introdotta attraverso la porta antero-superiore che, per il peso del suo manico, tende a rimanere in posizione da sola. Si osserva in senso caudo-craniale la vena polmonare inferiore, la vena polmonare superiore, l'arteria polmonare, la vena cava superiore, l'arco della vena azygos e ventralmente, scorrendo sopra pericardio e vena cava superiore, il nervo frenico (Fig. 4).

Si effettua l'apertura della pleura mediastinica dell'ilo polmonare il più vicino possibile al pericardio, senza lesionare il nervo frenico ed iniziando dalla zona della vena fino a raggiungere l'arco dell'azygos: per questo tempo si utilizzano le forbici endoscopiche con elettrobisturi o il bisturi ad ultrasuoni introdotti dalla minitoracotomia. La dissezione si presenta semplice se eseguita trazonando delicatamente in avanti la pleura mediastinica e tenendosi a distanza dai vasi per evitare di danneggiarli.

Una volta scoperti i vasi polmonari si inizia la dissezione della vena polmonare superiore. È necessario riconoscere bene la vena del lobo medio per evitare di legarla assieme a quella del superiore. Si libera tutto il pacchetto celluloadiposo pre-venoso fino ad individuare il bordo superiore del ramo venoso del lobo superiore curando l'emostasi dei piccoli vasi che lo circondano, asportando linfonodi se presenti, ed isolando in toto la vena fino ad individuare con chiarezza l'arteria intermedia situata posteriormente ad essa. La dissezione si esegue con forbici endoscopiche aiutandosi con una pinza da presa endoscopica atraumatica introdotta dalla minitoracotomia che trazonando la vena possa facilitarne la dissezione; questa fase viene alternata da una dissezione con aspiratore o con dis-



**Fig. 4.** Esposizione dell'ilo polmonare destro

settore convenzionale. I movimenti dissettivi differiscono da quelli della chirurgia tradizionale essendo più efficaci verso l'alto e verso il basso traziando delicatamente la vena in avanti.

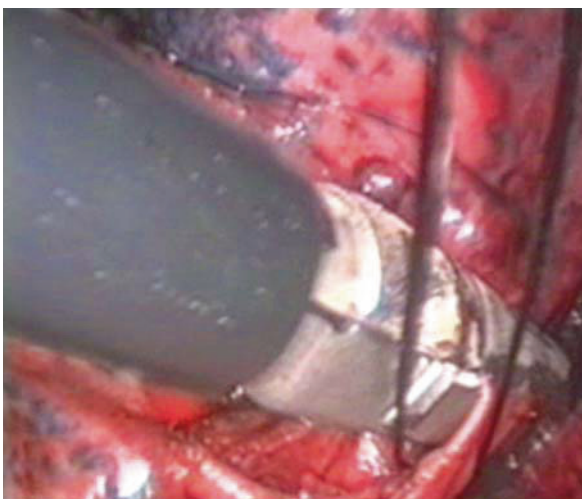
Liberato il bordo superiore della vena si isola la parete posteriore progredendo nel piano tra arteria e vena. È consigliabile introdurre il dissetto convenzionale alternativamente dalla porta caudale e craniale per evitare lesioni all'arteria. Una volta isolata completamente la vena questa viene circondata da un filo di trazione che renderà più agevole l'introduzione della stapler (Fig. 5). Per la sutura-sezione della vena si utilizza un'EndoGIA 30 vascolare.

Convieni passare la carica della stapler al di dietro della vena, perché sebbene l'incudine sia più sottile, non è fissa e può dislocarsi e chiudersi un poco, rendendo problematico l'accesso alla vena. Solitamente la suturatrice si introduce dall'accesso inferiore: questo comporta l'utilizzo della minitoracotomia come nuova porta di entrata dell'ottica anche se a volte la stapler vascolare può essere utilizzata con successo attraverso la stessa minitoracotomia.

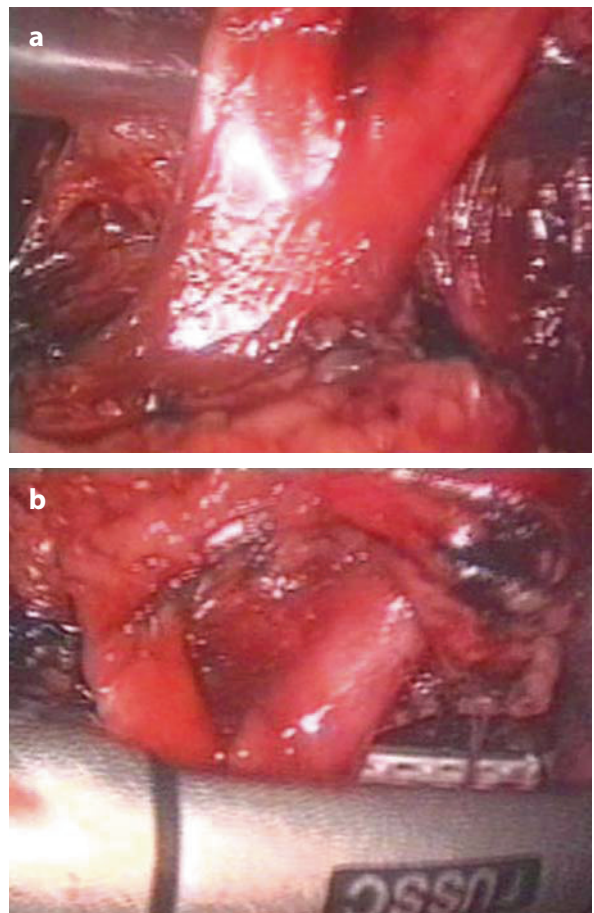
Ultimata la sezione della vena si ottiene una buona esposizione dell'arteria polmonare e questo rende ragione del fatto che la lobectomia vascolare si inizi sempre dalla vena.

Si inizia la dissezione dell'arteria mediastinica introducendo l'ottica dalla porta antero-superiore. Generalmente dopo avere liberato l'arteria dal tessuto linfoadiposo che la circonda si espongono perfettamente i bordi superiori ed inferiori del vaso. La dissezione dal piano posteriore va eseguita secondo il verso caudo-craniale dopo aver liberato

il bordo superiore, con forbici o a volte con l'aspiratore e/o il dissetto convenzionale con movimenti delicati verso l'alto ed il basso che facilitano la dissezione. L'isolamento del vaso è completo quando lo strumento libera circonferenzialmente l'arteria guadagnando uno spazio sufficiente per potere introdurre la suturatrice vascolare. Si passa un filo di trazione attorno al vaso ed infine si introduce dalla minitoracotomia un'EndoGIA vascolare da 30 mm; raramente la suturatrice viene introdotta utilizzando la porta inferiore dal miglior angolo di entrata. È fondamentale vedere completamente le ganasce della stapler fino alla loro estremità per essere sicuri che non si procureranno lesioni a nessuna struttura e che l'arteria rimanga compresa nella superficie di sezione dello strumento (Fig. 6 a e b). Si continua con la dissezione di altri rami segmentari che sono situati più o meno in prossimità del bronco lobare superiore, che originano dall'arteria polmonare distale al ramo mediastinico e che si visua-



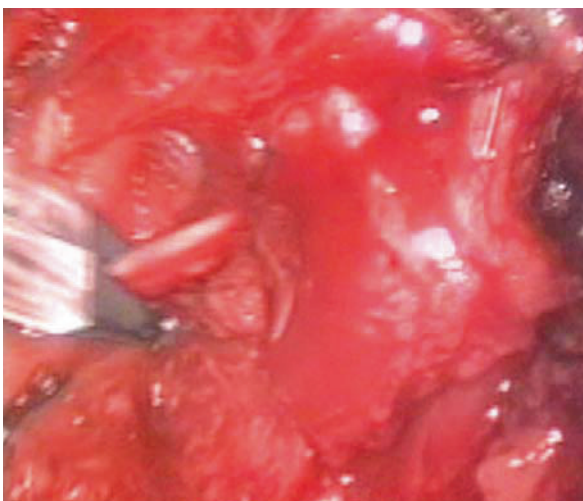
**Fig. 5.** Sutura-sezione della vena del lobo superiore con endostapler



**Fig. 6.** Dissezione dell'arteria mediastinica (a) Sutura-sezione della stessa con endostapler (b)

lizzano isolando in senso cranio-caudale l'arteria polmonare destra. Per questo tempo dissettivo è necessario continuare a tenere l'ottica nella porta antero-superiore. La dissezione viene facilitata trazione del moncone distale della vena polmonare verso l'alto: con l'utilizzo di forbici endoscopiche e dissetto si compie l'isolamento dei rami segmentari che vengono successivamente sezionati tra clips, due prossimali ed una distale sebbene a volte possano essere predisposte legature su filo con nodo extra o intracorporeo (Fig. 7). È importante identificare e preservare i rami arteriosi per i lobi medio ed inferiore che rappresentano oltretutto un importante riferimento anatomico in caso di sezione e sutura della scissura. Di norma possono essere sezionati tutti i rami arteriosi del lobo superiore da questo accesso, anche se a volte l'arteria dorsale scissurale si presenta molto posteriore e nascosta ed allora conviene sezionarla dopo il bronco o nel tempo scissurale, che è di più frequente ed agevole esecuzione.

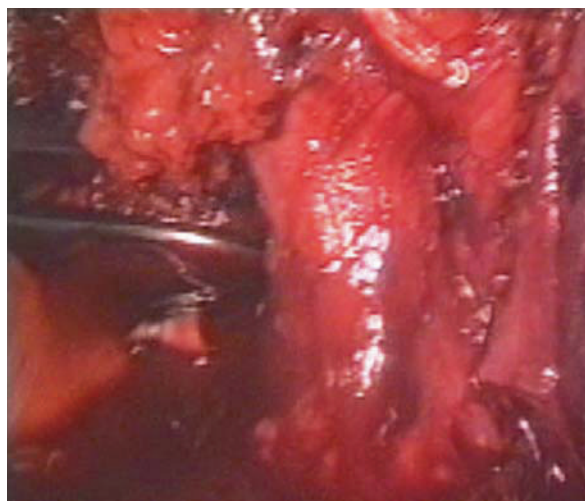
Terminato il tempo arterioso si effettua quello bronchiale. La dissezione del bronco lobare superiore non presenta generalmente difficoltà di sorta e si deve solamente prestare attenzione ai rami arteriosi già sezionati e provvedere ad isolare ed asportare tutte le adenopatie ed il tessuto linfodiposo della carena interlobare. Questa dissezione si esegue in senso caudo-craniale dalla faccia posteriore ed in senso cranio-caudale dalla faccia anteriore del bronco con forbici e dissettori convenzionali, liberandolo completamente dai tessuti peribronchiali con l'utilizzo generoso del bisturi elettrico e di quello ad ultrasuoni



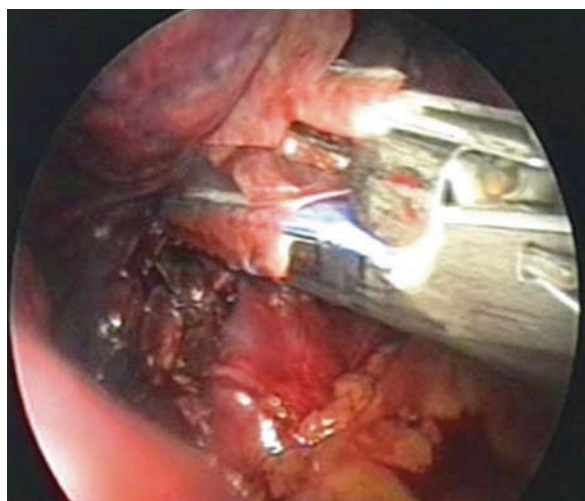
**Fig. 7.** Legatura tra clips dell'arteria segmentaria del lobo superiore destro

(Fig. 8). La sutura-sezione del bronco si porta a termine con EndoGIA Universal 4.8 da 30 mm; in caso di bronco di grosso calibro si utilizza quella da 45 mm. La suturatrice si introduce attraverso la minitoracotomia e prima di sparare la carica è necessario assicurarsi che le ganasce non abbiano stretto anche altre strutture, in particolare la vena azygos.

L'intervento prosegue sezionando la piccola scissura e, se fusa, la porzione posteriore della grande scissura con endostapler da 60-3.5 mm possibilmente con guaina riassorbibile per evitare o ridurre al minimo le fughe aeree postoperatorie (Fig. 9).



**Fig. 8.** Bronco lobare superiore destro completamente isolato



**Fig. 9.** Sezione della scissura con endostapler ricoperta con guaina riassorbibile di acido poliglicolico

Questo tempo non è solitamente complicato ma bisogna fare attenzione a collocare bene la suturatrice meccanica al di sopra dell'arteria polmonare e della vena del lobo medio.

Il lobo completamente liberato viene introdotto in un sacchetto di plastica e fatto fuoriuscire attraverso la minitoracotomia (Fig. 10).

Si effettua la linfadenectomia di tutte le stazioni, si controlla l'emostasi e l'aerostasi, si posizionano i drenaggi toracici e si esegue la chiusura per piani della minitoracotomia e delle porte toracoscopiche.

L'ultimo tempo è rappresentato, come in chirurgia convenzionale, dall'emostasi, dall'aerostasi e dalla chiusura del torace con posizionamento dei drenaggi endopleurici.

L'emostasi deve essere molto accurata. Al termine dell'emostasi si procederà all'aerostasi. Questa viene controllata col test idropneumatico ed in caso di fuga aerea può essere eseguita la sutura di una breccia parenchimale con suturatrice endoscopica o con punti manuali a nodi intracorporei o extracorporei. Le fughe aeree della zona scissurale si possono ridurre sensibilmente utilizzando suturatici meccaniche protette con guaine riassorbibili di acido poliglicolico. Gli Autori utilizzano abitualmente collanti biologici sui monconi bronchiali, su quelli vascolari, sulle trancie di sezione parenchimale al termine dell'intervento.

Controllate l'emostasi e l'aerostasi vengono collocati due drenaggi endopleurici, uno antero-superiore attraverso la porta toracoscopia anteriore situata al 3° spazio intercostale, l'altro postero-inferiore attraverso la porta inferiore da dove di norma si introduce l'ottica, e dirigendolo verso la doccia costovertebrale.

Il calibro dei drenaggi può variare in relazione alla complessità della dissezione o all'eventuale pleurolisi. Gli Autori di solito utilizzano il calibro 28F per il drenaggio inferiore ed il 24F per quello superiore.

Il corretto posizionamento dei drenaggi all'interno del cavo pleurico deve avvenire sotto il controllo della vista introducendo l'ottica attraverso la minitoracotomia. Normalmente i drenaggi non vengono fissati alla pleura parietale dal momento che con la riespansione del polmone questi rimangono nella posizione voluta.

L'ottica verrà ritirata solo dopo aver verificato la completa riespansione polmonare.

Si esegue infine la sutura dell'unica porta toracoscopica rimasta aperta, quella posteriore o sottoscapolare, e della minitoracotomia. Per la chiusura di quest'ultima non è necessario utilizzare punti di avvicinamento costale poiché, non essendo stato utilizzato il divaricatore autostatico, le coste vengono agevolmente avvicinate con la sola sutura del piano muscolare e della cute. I tempi di chiusura risultano pertanto molto rapidi a differenza della toracotomia tradizionale.

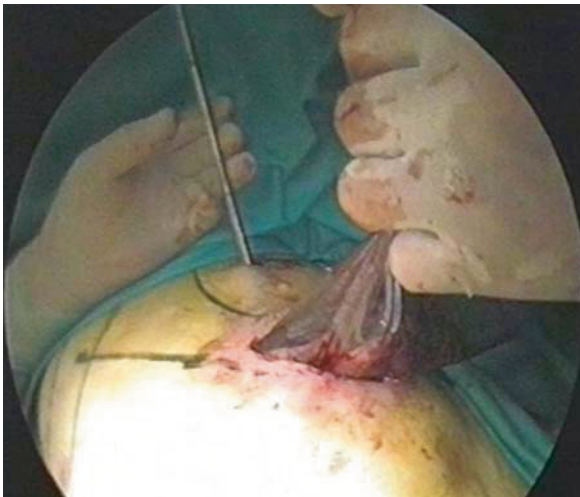
### Lobectomia media



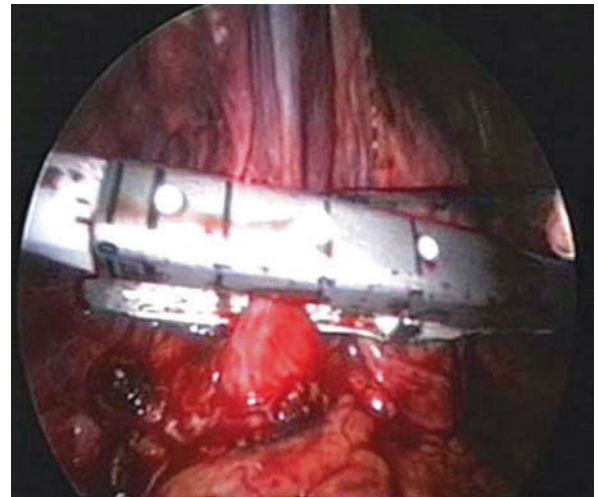
È una lobectomia più semplice e che necessita di meno variazioni di accessi dell'ottica.

Si inizia allo stesso modo della lobectomia superiore destra, vale a dire effettuando una buona esposizione ilare trazionando posteriormente il polmone.

In primo luogo si isola la vena del lobo medio identificando la vena del lobo superiore.



**Fig. 10.** Estrazione del lobo in sacchetto di plastica



**Fig. 11.** Sutura-sezione della vena del lobo medio

Questa dissezione non differisce da quella effettuata sulla vena in corso di lobectomia superiore e viene utilizzata anche in questo caso un'EndoGIA 30 vascolare (Fig. 11).

Subito dietro alla vena del medio si trova il bronco lobare che si visualizza in modo ottimale traziando in alto ed indietro il moncone distale della vena lobare media. Per questo tempo della lobectomia, la dissezione bronchiale, non è necessario cambiare la porta d'entrata dell'ottica essendo molto chiara la visione dall'accesso abituale inferiore. La sutura-sezione del bronco si effettua come già menzionato con EndoaGIA 30 con cariche da 3.5 mm o da 4.8 mm se il bronco è di grosso calibro o con biforcazione precoce.

L'ultimo tempo, quello arterioso, comporta l'isolamento dell'arteria lobare media che appare ben evidente al termine della sezione del bronco (Fig. 12).

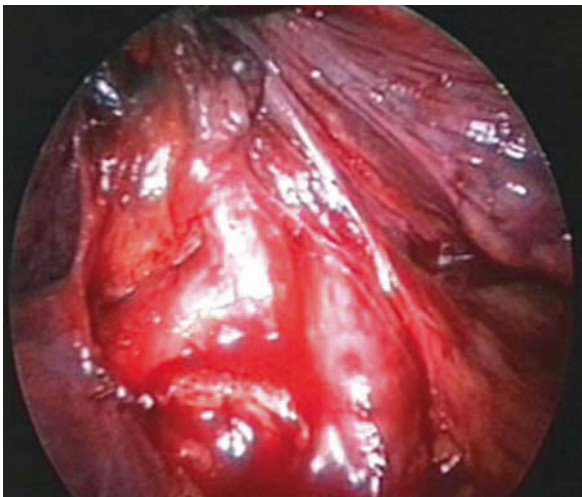
La sezione del vaso si esegue con EndoGIA 30-2.5 o si effettua su clips a seconda del calibro e della precocità di biforcazione dell'arteria.

Viene eseguita infine l'apertura e la sutura della piccola scissura nelle modalità già descritte. A volte, in caso di dissezione arteriosa difficile può essere eseguita la sezione-sutura della piccola scissura comprendendo l'arteria, con EndoGIA azzurra con guaina di acido poliglicolico.

### Lobectomia inferiore destra

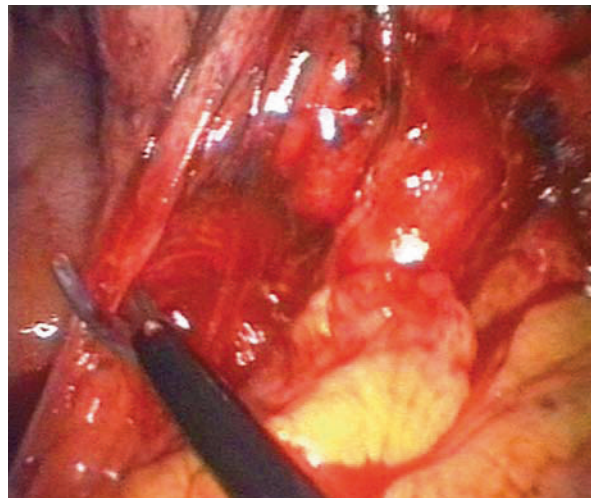


L'ordine di dissezione come per le altre lobectomie eccetto la media, come già suesposto, è dato da vena, arteria, bronco.

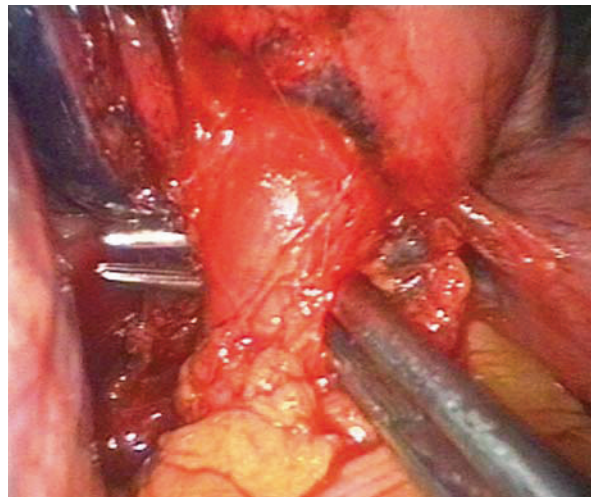


**Fig. 12.** Arteria lobare media dopo sezione della vena e del bronco lobare medio

Si inizia con la lisi del legamento triangolare fino al bordo caudale della vena polmonare inferiore procedendo anche all'asportazione, se presenti, dei linfonodi del gruppo 9 (legamento polmonare). Per eseguirla si trazona il lobo inferiore in direzione craniale utilizzando una pinza di Kaiser attraverso l'accesso antero-superiore. Mentre il primo aiuto mantiene questa trazione, l'operatore dalla minitoracotomia esegue senza difficoltà la lisi del legamento con l'ausilio di una pinza e del bisturi elettrico o ad ultrasuoni (Fig. 13). Una volta identificato il bordo inferiore della vena polmonare si disseca il bordo superiore fino all'isolamento completo del vaso che si verifica quando il dissectore, solitamente del tipo convenzionale, riesce a circon-



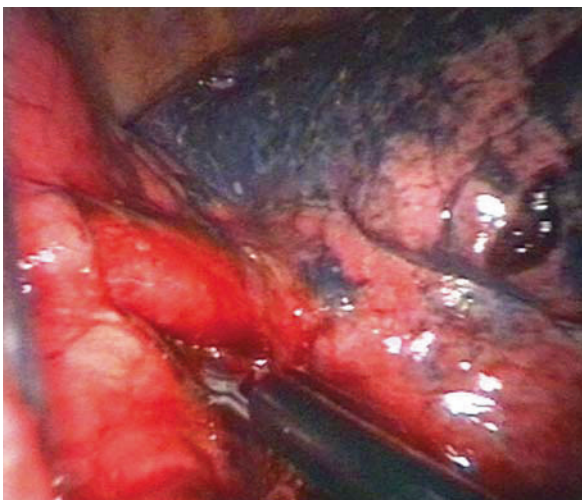
**Fig. 13.** Lisi del legamento polmonare con forbici endoscopiche ed elettrobisturi



**Fig. 14.** Isolamento della vena polmonare inferiore destra con dissectore convenzionale

dare la vena dalla parete posteriore (Fig. 14). Il vaso traziionato da un filo verrà sezionato e suturato con EndoGIA 30 vascolare.

Dopo la sezione della vena polmonare inferiore si procede all'isolamento dell'arteria lobare inferiore, pertanto si mantiene aperta il più possibile la grande scissura per localizzare la X arteriosa: si trazona il lobo inferiore caudalmente dalla porta posteriore ed il lobo superiore cranialmente dalla porta antero-superiore, si apre la pleura viscerale scissurale con bisturi elettrico o ad ultrasuoni in senso antero-posteriore fino a scoprire il tronco delle arterie basali (Fig. 15) che a volte presenta linfonodi periarteriosi che vanno asportati per rendere più agevole la dissezione arteriosa. L'e-

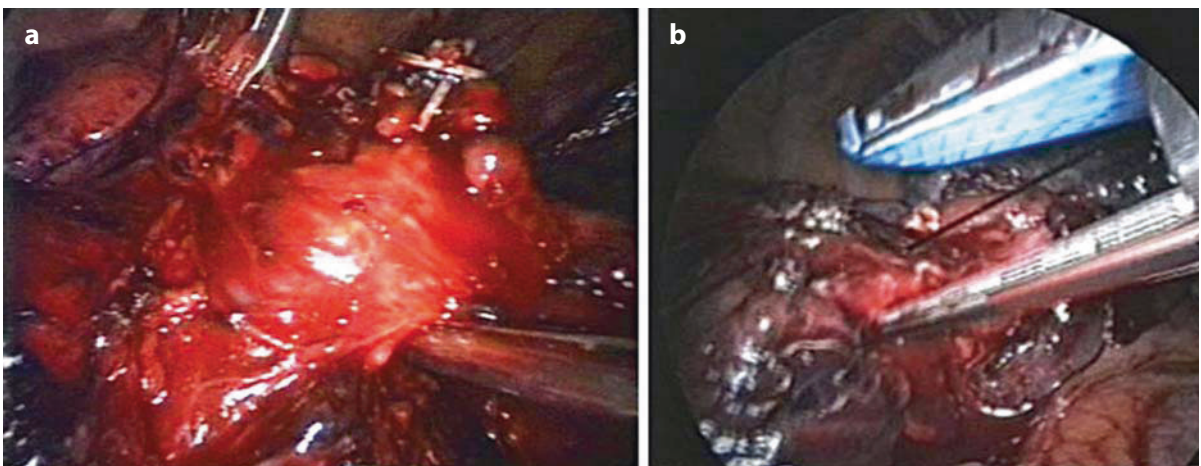


**Fig. 15.** Identificazione in sede scissurale del tronco arterioso basale

mostasi in questo tempo va molto curata per impedire che le piccole perdite ematiche oscurino il campo operatorio impedendo il lavoro. Una manovra che facilita notevolmente la dissezione è la sezione della porzione anteriore della scissura una volta identificato il bordo anteriore dell'arteria: si passa una pinza attraverso il parenchima proprio nel bordo arterioso e si seziona tutto il parenchima con EndoGIA 45-3.5 protetta. In un secondo tempo si isola la faccia posteriore dell'arteria dalla parete superiore del bronco utilizzando dalla minitoracotomia strumentario quasi retto come forbici endoscopiche, endodissettore, una pinza di Bengolea o di Crawford, dal momento che il dissettore curvo convenzionale non garantisce un accesso agevole anche se deve essere impiegato alla fine per poterne provare l'isolamento circonfenziale completo. Una volta isolati tutti i rami arteriosi del lobo inferiore si passa un filo di trazione attraverso il tronco arterioso e lo si seziona-sutura con endosuturatrice vascolare da 30 mm. In alcuni casi di variabilità anatomica è necessario sezionare su clips il ramo di Nelson indipendentemente rispetto al tronco basale senza che questo comporti problemi particolari.

Sezionata l'arteria si disseca agevolmente il bronco lobare, iniziando prossimalmente dai versanti superiore, inferiore e posteriore fino all'individuazione dell'emergenza del bronco lobare medio procedendo alla sezione-sutura a questo livello con EndoGIA 45-4.8 (Fig. 16 a e b).

Si completa infine l'apertura della zona posteriore della grande scissura con EndoGIA 45 o 60 con cariche da 3.5 mm protetta con guaina riasorbibile di acido poliglicolico.



**Fig. 16a, b.** a Dissezione del bronco lobare inferiore. b Sutura-sezione dello stesso

## Bilobectomia inferiore

Per eseguire una bilobectomia inferiore si deve anzitutto procedere alla dissezione della vena polmonare inferiore e del lobo medio con le modalità già esposte.

Con le arterie avviene la medesima cosa, con l'unica differenza che riguarda il tempo bronchiale, essendo più conveniente sezionare prima il bronco del lobo medio per esporre bene il bronco intermedio, che si deve sezionare vicino all'emergenza del bronco lobare superiore utilizzando un'EndoGIA 45 con cariche da 4.8 mm.

## Lobectomia superiore sinistra



È questa la lobectomia forse più complessa per la presenza frequente di varianti anatomiche per quanto concerne il numero e la disposizione posteriore al bronco dei rami arteriosi di questo lobo.

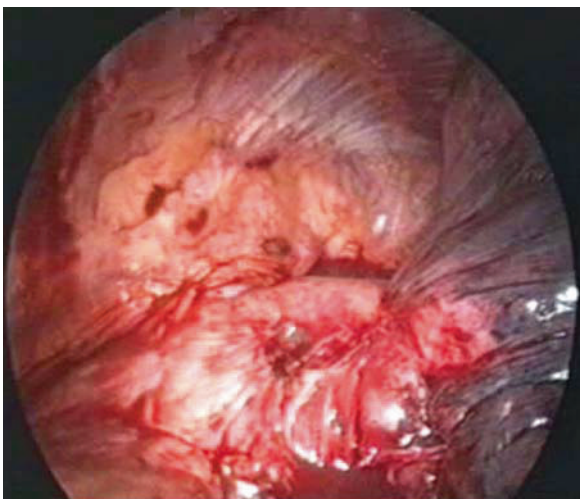
Si espone l'ilo trazionando posteriormente il lobo superiore: verranno visualizzate in senso caudo-craniale le vene polmonari inferiore e superiore, l'arteria polmonare sinistra, la finestra aortopolmonare, l'arco dell'aorta, mentre passando sopra al pericardio si deve identificare il nervo frenico (Fig. 17). Si apre la pleura mediastinica utilizzando dalla minitoracotomia le forbici con l'elettrocoagulazione o il bisturi ad ultrasuoni, con l'ottica introdotta dalla porta inferiore. Si inizia il tempo venoso liberando la vena polmonare superiore dal tessuto adiposo che la circonda. Viene isolata la porzione prossima al pericardio avendo l'avvertenza di non

aprirlo e di rispettare la vena polmonare inferiore. Visualizzati bene i bordi superiore ed inferiore si continua l'isolamento del versante posteriore progredendo con la dissezione attraverso il piano che separa la vena dal bronco lobare superiore. Utilizzando il dissettore convenzionale in senso cranio-caudale si spongono perfettamente la parete venosa posteriore e la parete anteriore del bronco. Un filo di trazione fatto passare attraverso la vena completamente isolata garantisce l'accesso della suturatrice meccanica vascolare da 30 mm, fatta entrare dalla porta inferiore come nella lobectomia superiore destra, dopo aver introdotto l'ottica attraverso l'accesso minitoracotomico (Fig. 18).

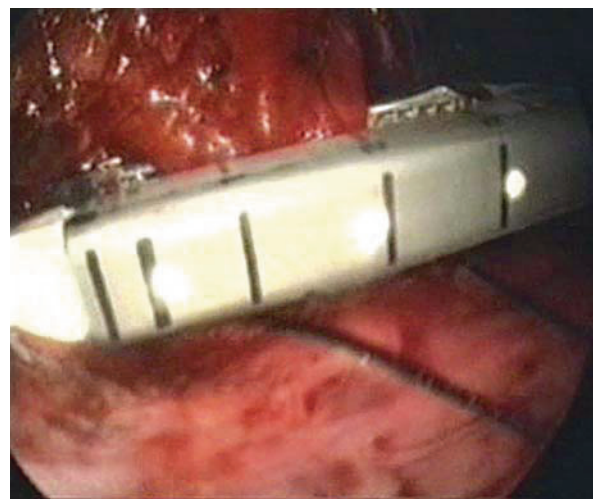
Una volta sezionata la vena l'ottica viene fatta passare dalla porta antero-superiore per il tempo arterioso.

Viene completata l'apertura della pleura mediastinica giungendo al di sopra dell'arteria fino ad arrivare al mediastino posteriore, permettendo così un'ottima esposizione dei rami apicali. Il primo ramo da isolare risulta quello dei segmenti apicale e ventrale che è di grosso calibro e si biforca precocemente. Questa dissezione si può eseguire bene con le forbici endoscopiche, aiutandosi con l'aspiratore ed il dissettore. Le legature possono essere eseguite con nodi intra o extracorporei o con tre clips di cui due prossimali ed una distale (Fig. 19 a e b).

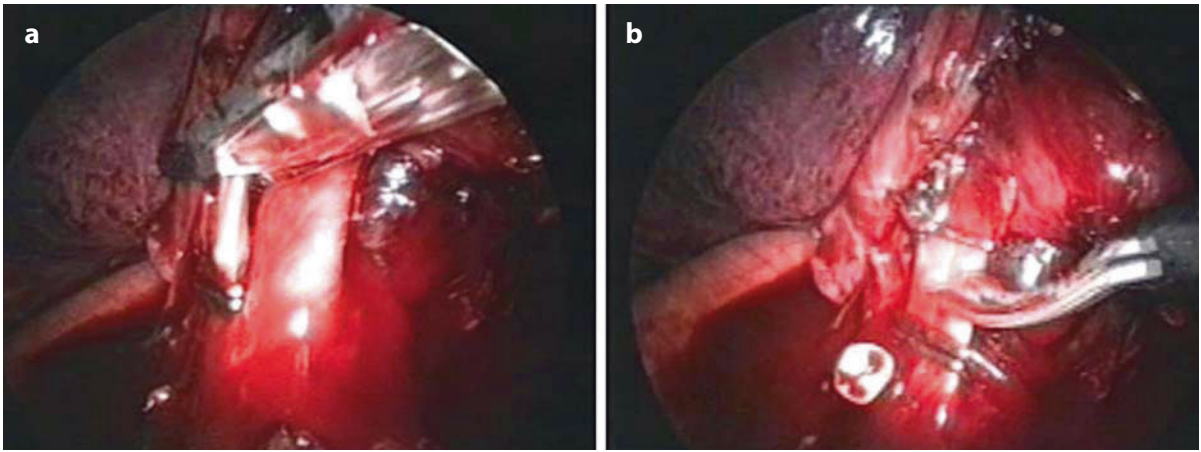
La dissezione continua fino al piano del segmento apicale dell'inferiore, vale a dire fino alla porzione posteriore della scissura: durante questo tempo compaiono diversi rami arteriosi, di numero variabile. Solitamente è presente un ramo arterioso prima dello stacco dell'arteria apicale dell'inferiore che, sebbene posteriore, può essere isolato



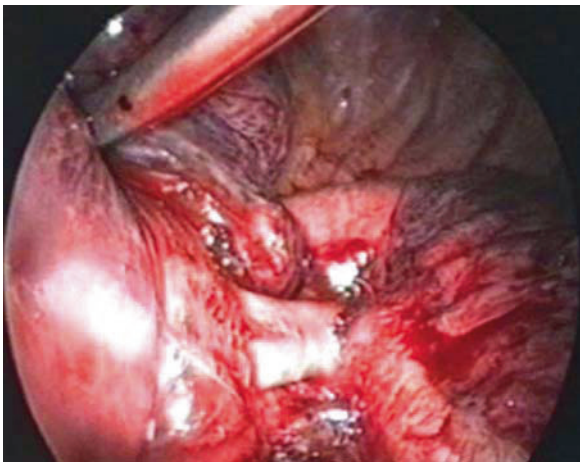
**Fig. 17.** Ilo polmonare sinistro



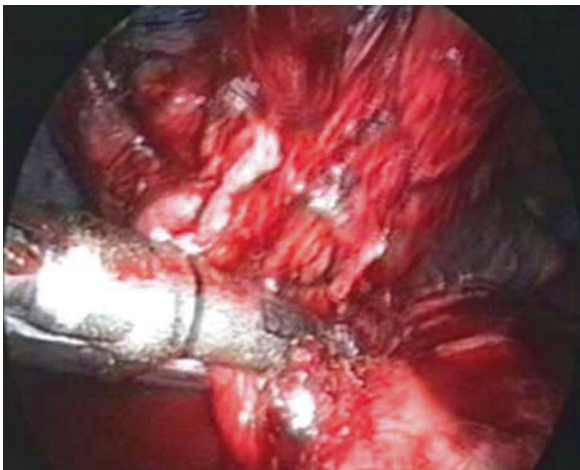
**Fig. 18.** Sutura-sezione con endostapler della vena polmonare superiore sinistra



**Fig. 19.** Legatura tra clips delle arterie per il lobo superiore sinistro (a e b)



**Fig. 20.** Arteria linguare isolata all'interno della scissura



**Fig. 21.** Sutura-sezione con endostapler del bronco lobare superiore sinistro

e sezionato senza particolari problemi attraverso questo accesso visivo.

Una volta sezionati e legati tutti i rami che si visualizzano da questo accesso, si deve nuovamente introdurre la videocamera nella porta inferiore e si procede all'apertura della scissura trazionando il lobo superiore verso l'alto e quello inferiore verso il basso.

Nell'estremità della scissura si riconosce il segmento di arteria polmonare che era già stato disseccato ed occasionalmente sezionato con l'accesso anteriore. Si disseca l'arteria nella scissura: per agevolare questo tempo è opportuno suturare e sezionare con EndoGIA 45-3.5. la porzione posteriore della scissura esponendo chiaramente il decorso del vaso attraverso i due lobi. A questo punto potrà essere identificato il ramo apicale dell'inferiore che nasce in sede dorsale ed una o due piccole arterie destinate al lobo superiore che debbono essere isolate e sezionate tra clips.

Continuando nella dissezione arteriosa ci si porta ventralmente e caudalmente fino a riconoscere il ramo linguare, generalmente di discreto calibro (Fig. 20). L'arteria linguare viene isolata e sezionata su clips ed a volte, se di calibro notevole, con EndoGIA 30-2.5. Per la dissezione di questo ramo può essere impiegato il dissectore convenzionale o le pinze di Crawford.

Terminato il tempo arterioso si isola e si seziona il bronco lobare superiore disseccando il tessuto adiposo e le adenopatie vicine. La sutura-sezione del bronco si effettua con EndoGIA 45-4.8 mm anche se a volte possono utilizzarsi cariche da 3.5 mm (Fig. 21).

Si perfeziona la lobectomia con la sezione della scissura, se necessario, con endostapler da 45 o 60 mm con carica da 3.5 e con guaina di acido poliglicolico. Al termine di questo tempo si procede alla linfadenectomia mediastinica.

## Lobectomia inferiore sinistra

L'intervento inizia con la lisi del legamento triangolare con forbici o bisturi ad ultrasuoni, traziando il lobo inferiore verso l'alto con una pinza da presa endoscopica o di Kaiser. Con l'elettrobisturi si seziona il legamento fino a scoprire il bordo inferiore della vena polmonare inferiore. Dopo averla bene esposta si disseca la vena con forbici e dissettore convenzionale partendo dal suo bordo superiore, come nella lobectomia inferiore destra.

Isolata la vena si fa passare un filo di trazione attorno ad essa e si esegue la sutura-sezione con endostapler vascolare. La dissezione arteriosa si inizia aprendo la pleura viscerale della scissura posteriormente e al di sopra del piano arterioso, curando sempre l'emostasi. Si libera l'arteria dai tessuti che la circondano e si passa con un dissettore o altri strumenti (forbici, pinza di Crawford) sopra il bordo posteriore dell'arteria attraverso il parenchima per consentire la sezione della zona posteriore della scissura con endostapler lineare. Si esegue poi una manovra simile nella porzione anteriore della scissura con un dissettore convenzionale che, nel rispetto dell'arteria linguolare, permette di scoprire bene l'arteria lobare inferiore. Si separa l'arteria dal bronco lobare inferiore e tale manovra consente di vedere perfettamente la parete inferiore del tronco arterioso basale e quella superiore del bronco. Ultimato l'isolamento si passa un filo di trazione attorno all'arteria per agevolare la successiva sezione con endostapler vascolare.

Il tempo bronchiale risulta solitamente agevole dal momento che il bronco lobare inferiore dopo la sezione dell'arteria basale appare ben esposto. Si esegue la dissezione delle adenopatie peribronchiali arrivando fino alla carena interlobare ed infine si effettua la sutura-sezione del bronco con EndoGIA 45-4.8.

## Morbilità e mortalità

La morbilità e la mortalità nelle resezioni polmonari maggiori videoassistite non è maggiore rispetto a quella registrata in chirurgia convenzionale [11-13].

Un eventuale aumento di morbilità e soprattutto di mortalità potrebbe essere correlato con la curva di apprendimento per questo tipo di chirurgia [14, 15], ma questo non dovrebbe succedere dal momento che ormai la tecnica è sempre più standardizzata e dettagliata ed esistono centri dove poterla apprendere e praticare fino ad averne la completa padronanza.

Gli Autori, in 12 anni di esperienza e dopo 161 lobectomie riportano una mortalità intraoperato-

ria molto bassa con morbilità inferiore a quella riferita alla chirurgia convenzionale.

Riguardo agli eventuali incidenti intraoperatori forse il più grave è rappresentato dall'emorragia da lesione di un vaso che non deve comportare conseguenze più importanti rispetto alla chirurgia "open". Fondamentale in questo caso è mantenere la calma e di non convertire immediatamente l'intervento in toracotomia senza aver tentato di effettuare l'emostasi in VATS o comunque aver collocato una clamp o uno strumento che comprime la sede del sanguinamento per poterlo almeno controllare mentre si esegue la toracotomia.

Altra causa di possibile morbilità sono le fughe aeree per cui al termine dell'intervento è necessario eseguire il test idropneumatico per accertarsi della tenuta della sutura bronchiale rinforzandola eventualmente se necessario. Gli Autori hanno registrato una riduzione praticamente a zero delle perdite aeree se venivano utilizzate suturatici meccaniche protette con guaine di acido poliglicolico.

In ogni caso è raccomandabile tenere sempre pronto lo strumentario per la realizzazione di un accesso convenzionale e di disegnare sulla cute preoperatoriamente le linee della toracomia laterale e postero-laterale; di fronte a difficoltà tecniche che rendano molto impegnativa la dissezione endoscopica è inoltre opportuno convertire l'intervento in chirurgia convenzionale. La conversione in toracotomia, quando necessaria, non è da considerare un insuccesso ma una decisione saggia.

## Risultati e follow-up

Dal Dicembre 1992 al Dicembre 2004 presso il Servizio di Chirurgia Generale e Toracica dell'Ospedale Universitario Virgen Macarena di Siviglia (direttore prof. J Loscertales), sono state eseguite 161 resezioni polmonari maggiori in VATS.

Il rapporto maschi/femmine era di 7 a 1. In 145 casi si trattava di carcinoma polmonare (carcinoma epidermoide 52 casi; adenocarcinoma 50 casi; carcinoma a grandi cellule 35 casi; carcinoma mucoepidermoide 8 casi). In 16 casi era presente una patologia benigna che rendeva necessaria una resezione lobare. La Tabella 1 riassume il numero e la tipologia degli interventi realizzati.

Il tasso di conversione, maggiore nel periodo iniziale dell'apprendimento, è risultato essere del 14.1% (22 casi), dovuto alle seguenti cause: emorragia (10 casi), difficoltà tecniche (11 casi), invasione dell'arteria polmonare, confermata dopo la sezione della vena (1 caso).

**Tabella 1.** Casistica personale. Numero e tipologia di interventi effettuati

Lobectomie realizzate			
	Destre (n = 104)	Sinistre (n = 57)	
Superiore	58	Superiore	29
Media	7	Inferiore	28
Inferiore	23	-	-
Bilobectomia superiore	9	-	-
Bilobectomia inferiore	7	-	-

La durata media dell'intervento è stata di 153 minuti, con la mediana di 98 minuti, dovuto al fatto che inizialmente la lobectomia richiedeva più tempo che non negli ultimi anni quando ormai si era giunti a dominare meglio la tecnica. La degenza media postoperatoria è stata di 4.2 giorni.

La morbilità è stata del 24.4%, e riferita soprattutto a complicanze minori risolte senza particolari difficoltà: la più frequente era rappresentata da fuga aerea superiore ai 4 giorni.

La mortalità perioperatoria, vale a dire nei 30 giorni successivi all'intervento, è stata del 3.7% (2 sepsi, 1 IAM, 1 TEP, 1 fistola broncopleurica con insufficienza cardiaca).

La sopravvivenza attuariale a 5 anni è stata del 77.7%.

Nel follow-up si sono registrate: recidiva mediastinica (3 casi), metastasi cerebrali e costali (1 caso), tumori metacroni (2 casi), recidiva polmonare dallo stesso lato (3 casi), metastasi cerebrali (7 casi), metastasi plurime (7 casi), infarto acuto del miocardio (2 casi), altro (3 casi).

## Conclusioni

In tema di considerazioni conclusive meriterebbero di essere sottolineati i seguenti punti:

1. La lobectomia in VATS è un intervento realizzabile e sicuro.
2. Rispetta i criteri oncologici della chirurgia del cancro del polmone.
3. È un intervento con minore morbilità e mortalità della chirurgia convenzionale.
4. Il recupero postoperatorio risulta più rapido.

5. La sopravvivenza a distanza è sovrapponibile a quella della chirurgia "open".
6. Attualmente le indicazioni principali sono rappresentate dalla patologia benigna e dalle neoplasie maligne T1-T2 N0 M0.

## Bibliografia

1. Roviato G, Rebuffat C, Varoli FC et al (1992) Videoendoscopic pulmonary lobectomy for cancer. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2:244-247
2. Landreneau RJ, Hazelrigg SR, Fresón PF (1992) Thoracoscopic resection of 85 pulmonary lesions. *Ann Thorac Surg* 54:415-419
3. Roviato G, Varoli F, Vergani C et al (2002) State of the art in the thoracoscopic surgery: a personal experience of 2000 videothoracoscopic procedures and an overview of the literature. *Surg Endosc* 16:881-892
4. Tovar EA (2001) One-day admission for major lung resection in septuagenarians and octogenarians: a comparative study with a younger cohort. *Eur J Cardiothorac Surg* 20:449-453
5. Solaini L, Prusciano F, Bagioni P et al (2001) Video-assisted thoracic surgery major pulmonary resections. Present experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 20:437-442
6. Weissberg D, Schachner A (2000) Video-assisted thoracic surgery-state of the art. *Ann Ital Chir* 71:539-543
7. Yim AP, Izzat MB, Liu HP et al (1998) Thoracoscopic major lung resections: an Asian perspective. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 10:326-331
8. Giudicelli R, Thomas P, Lonjon T et al (1994) Major pulmonary resection by video assisted mini-thoracotomy. Initial experience in 35 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 8:254-258
9. Gharagozloo F, Tempesta B, Margolis M et al (2003) Video-assisted thoracic surgery lobectomy for stage I lung cancer. *Ann Thorac Surg* 76:1009-1015
10. Sollito F, De Palma A, Lopez C et al (2003) Minimally invasive thoracic surgery versus standard surgery. *Ann Ital Chir* 74:299-307
11. Rothenberg SS (2003) Experience with thoracoscopic lobectomy in infants and children. *J Pediatric Surg*; 38:102-104
12. Koren JP, Bocage JP, Geis WP et al (2003) Major thoracic surgery in octogenarians: the video-assisted thoracic surgery (VATS) approach. *Surg Endosc* 17:632-635
13. Yim AP, Wan S, Lee TW et al (2000) VATS lobectomy reduces cytokine responses compared with conventional surgery. *Ann Thorac Surg* 70:243-247
14. Walker WS, Cadispoli M, Soon SY et al (2003) Long-term outcomes following VATS lobectomy for non-small cell bronchogenic carcinoma. *Eur J Cardiothorac Surg* 23:397-402
15. Iwasaki A, Shirakusa T, Shiraiishi T et al (2004) Results of video-assisted thoracic surgery for stage I/II non-small cell lung cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 26:158-164

## Premesse

La stadiazione preoperatoria nel cancro del polmone secondo il sistema TNM risulta necessaria per fornire la prognosi e per stabilire una corretta impostazione terapeutica.

L'esclusione di metastasi a distanza o la determinazione di cause locali di inoperabilità sono gli obiettivi fondamentali di questa stadiazione, senza la quale il trattamento può risultare inadeguato in molti casi.

La tomografia assiale computerizzata (TAC) rappresenta sicuramente la tecnica per immagini maggiormente utilizzata per la determinazione del parametro T. Ciononostante non sempre consente di differenziare un semplice contatto da una reale invasione delle strutture vicine. Gdeedo e collaboratori [1] hanno segnalato che la stadiazione TAC del carcinoma broncogeno non deve controindicare la toracotomia per la effettiva discordanza che esiste tra il TNM pre e postoperatorio. Nel loro lavoro dimostrano una concordanza dei due TNM rilevati allo studio TAC solo nel 35,1% dei casi. La variabile T viene correttamente determinata nel 54,1% dei casi, essendo invece sovrastimata nel 27% e sottostimata nel 18,9% dei casi.

Takahashi e collaboratori [2] effettuano una valutazione dell'invasione dell'ilo e del mediastino attraverso scansioni TAC molto sottili e segnalano una percentuale di attendibilità diagnostica, sensibilità, specificità rispettivamente del 75%, 77,8% e 71,4% nei riguardi dell'invasione dell'arteria polmonare.

La mediastinoscopia è la tecnica più utilizzata da tempo per valutare l'interessamento linfonodale del mediastino. La sua specificità arriva a raggiungere il 100% a fronte di una sensibilità che si riduce all'81% come risulta da una metanalisi di 14 studi [3, 4]. Il motivo di questo dato sta nella percentuale relativamente alta di falsi negativi (9%) in ragione della presenza di alcune stazioni linfonodali di impossibile o difficile accesso alla mediastinoscopia, quali quelle mediastiniche posteriori ed inferiori, quelle sottocarenali, quelle del mediastino anteriore e della finestra aorto-polmonare.

Nonostante gli effettivi progressi compiuti nelle tecniche per immagini e nelle diverse varianti della mediastinoscopia nella standardizzazione della stadiazione del cancro polmonare, la percentuale delle toracotomie esplorative continua ad essere in genere alta, con valori che oscillano tra il 10 ed il 20% [5-7].

Da quando Landreneau e collaboratori nel 1992 hanno descritto per primi i fondamenti tattici e strategici della chirurgia toracoscopica [8], questa è andata rapidamente evolvendosi nell'arco di pochi anni. Nel gennaio 1993 si tenne un simposio internazionale sulla videotoracoscopia a San Antonio (USA) dove si concluse che molti degli interventi videotoracoscopici più semplici avrebbero rappresentato in poco tempo il *gold standard* nel trattamento della patologia specifica.

Attraverso questo approccio sono state codificate nuove tecniche di stadiazione e terapia del cancro del polmone e sono state proposte metodiche più valide per consentire un corretto giudizio di operabilità.

Wain nel 1993 [9] per primo suggerì la possibilità di effettuare in videotoracoscopia la stadiazione del cancro broncopolmonare.

Roviaro e collaboratori [10] unitamente agli Autori [11] indicarono che questa modalità di stadiazione non solo era del tutto realizzabile ma che avrebbe dovuto costituire il passo chirurgico preliminare nell'ambito di un intervento di exeresi polmonare (*videotoracoscopia esplorativa* o *VTE*).

Uno dei benefici maggiori che si ottengono con questo tipo di esplorazione è la drastica riduzione delle toracotomie esplorative, in presenza ad esempio di carcinosi pleuriche non sospettate alle indagini radiologiche o di una chiara non resecabilità tecnica nei casi dubbi rilevati con le tecniche per immagini.

Un altro indubbio vantaggio di questo nuovo approccio stadiativo è dato dalla possibilità di effettuare l'esplorazione intrapericardica dei vasi polmonari. Questo tipo di esplorazione in videotoracoscopia, che per primi gli Autori denominarono *videopericardioscopia* o *VPC* [12-14] è stato realizzato in pazienti con sospetta invasione dell'ilo pol-

monare e/o interessamento vascolare intrapericardico, rilevato alla TAC, alla RM o in corso di VTE.

In tal modo può essere definita da un lato la reseccabilità nei casi di dubbio inquadramento, mentre in presenza di chiari segni locali di inoperabilità, si evita al paziente una toracotomia esplorativa inutile.

Antecedentemente, nel 1986 Azorin e collaboratori [15] e Little e Ferguson [16] avevano pubblicato una nuova tecnica di esplorazione pericardica, chiamata pericardioscopia, effettuata con l'uso di un mediastinoscopio attraverso una finestra pericardica sottoxifoidea, che poteva permettere la visualizzazione del pericardio e di biopsie mirate. Altri Autori in seguito [17-19] suggerirono l'utilizzo di un fibrobroncoscopio o di un coledocoscopio, sempre comunque finalizzati allo studio ed al trattamento dei diversi tipi di versamento pericardico. Questa esplorazione tuttavia non è sovrapponibile a quella che gli Autori propongono, dal momento che si differenzia non solo nella via di accesso (finestra pericardica sottoxifoidea vs. videotoroscopia e pericardiotomia), ma anche negli obiettivi che persegue (studio e trattamento dei versamenti pericardici vs. accertamento della reseccabilità in neoplasie polmonari T4 da invasione vascolare intrapericardica) ed infine nella tecnica di realizzazione, rappresentata nel primo caso da una semplice biopsia e nel secondo da un intervento chirurgico toracoscopico vero e proprio.

## Accessi e tecnica chirurgica

### Videotoroscopia esplorativa (VTE)

In anestesia generale ed intubazione selettiva bronchiale il paziente viene posto in decubito laterale come da toracotomia posterolaterale, preparando lo strumentario convenzionale nell'eventualità di una conversione in intervento "open". Si utilizzano due monitors collocati da ambo i lati del paziente e che possano permettere un'agevole visione da parte dell'operatore e degli aiuti (Fig. 1).

A differenza della posizione adottata durante una toracotomia convenzionale, l'operatore in corso di VTE si dispone al davanti del paziente accanto allo strumentista, avendo di fronte i due aiuti. Si esegue un primo accesso con un trocar da 12 mm tra il 7°-8° spazio intercostale sulla linea ascellare media che sarà destinato all'ottica da 0° e, al termine dell'intervento, al posizionamento del drenaggio pleurico postero-inferiore. Nei casi in cui si apprezza una carcinosi pleurica non sospettata pre-

cedentemente si eseguono biopsie multiple utilizzando un altro accesso al 3°-4° spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore dove, se necessario, si collocherà il secondo drenaggio endopleurico.

In assenza invece di una situazione di questo tipo o di un'altra causa di inoperabilità di riscontro immediato, si procederà ad eseguire un terzo accesso che cadrà sotto la punta della scapola sulla linea ideale di una possibile toracotomia (Fig. 2).

Con le tre porte di entrata che formano un triangolo si può effettuare un'esplorazione non solo visiva ma anche chirurgica di tutta la cavità pleurica. In presenza di aderenze si esegue la pleurolisi con elettrobisturi o con bisturi ad ultrasuoni.

Si procede all'esplorazione di tutta la superficie della pleura parietale costale, mediastinica, diaframmatica e viscerale, si apprezza lo stato delle scissure per la possibile invasione trans-scissurale



Fig. 1. Disposizione di monitors ed équipe operatoria

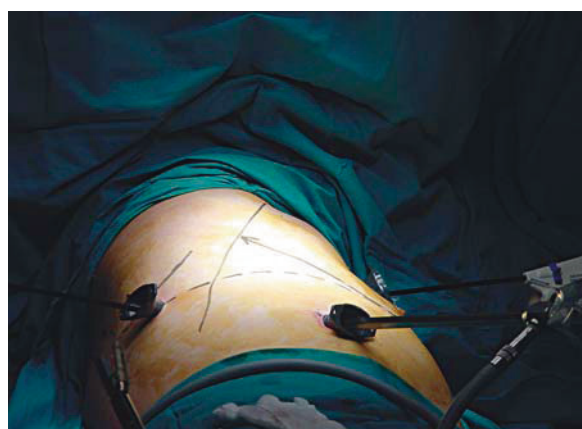


Fig. 2. Porte di entrata e linee che disegnano le toracotomie laterale e posterolaterale. La freccia indica la sede di una possibile quarta porta di entrata

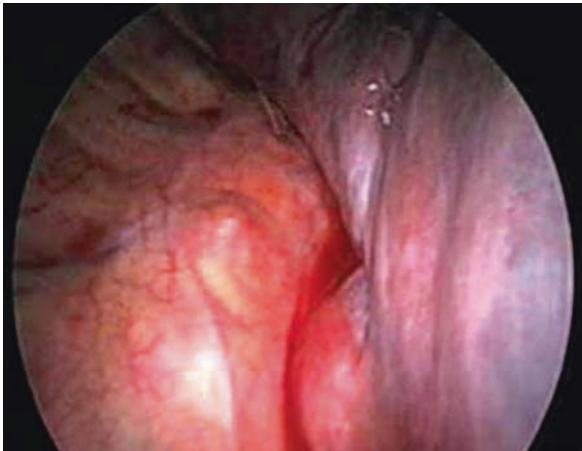
della neoplasia (Fig. 3), si visualizzano ed eventualmente si sottopongono a biopsia le stazioni linfonodali omolaterali raggiungibili alla mediastinoscopia (gruppi 1, 2, 3, 4, 5, 6) e quelle non raggiungibili come le stazioni subcarinali (gruppo 7) (Fig. 4), quelle paraesofagee (gruppo 8) (Fig. 5), quelle del legamento triangolare (gruppo 9).

In caso di dubbio diagnostico riguardo alla invasione neoplastica o in caso di noduli polmonari non diagnosticati precedentemente, si possono effettuare biopsie per analisi estemporanee intraoperatorie, necessarie per la scelta della tattica chirurgica più corretta (Fig. 6).

In caso di accertata operabilità si potrà eseguire l'intervento exeretico in videotorascopia o in toracotomia laterale o posterolaterale (soprattutto in caso di invasione di parete).



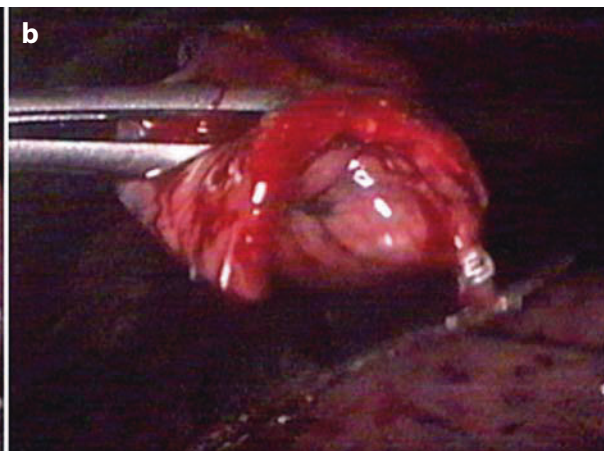
**Fig. 3.** Invasione trans-scissurale del tumore



**Fig. 4.** Adenopatia della stazione sottocarenale vista dal cavo pleurico destro



**Fig. 5.** Adenopatia della stazione paraesofagea. Si notano l'aspiratore che scosta l'esofago e le forbici endoscopiche che procedono alla dissezione dell'adenopatia



**Fig. 6.** Resezione a cuneo di nodulo polmonare solitario con stapler endoscopica (a e b)

Riguardo all'esplorazione del mediastino, si può verificare se è presente macroscopicamente un'invasione neoplastica o se ne vengono conservate la mobilità e la flessibilità, legate all'assenza di infiltrazione. Al contrario, la presenza di un tipico circolo vascolare tortuoso e ricco che si disegna sulla pleura mediastinica è indicativa di invasione tumorale (Fig. 7).

Nei casi di invasione del mediastino anteriore e/o di invasione extrapericardica dei vasi polmonari con difficile definizione della reseccabilità, viene indicata la videopericardioscopia.

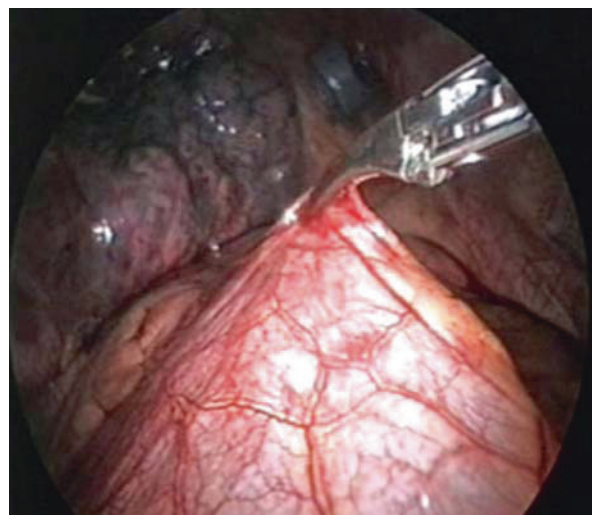
### Videopericardioscopia (VPC)



Utilizzando le stesse porte di entrata della VTE o eventualmente effettuando un quarto accesso sulla linea ascellare media lungo il decorso dell'eventuale incisione toracotomica è possibile effettuare la videopericardioscopia in modo agevole e con scarsissimi rischi. Una volta esplorata la cavità pleurica e completata l'eventuale lisi delle aderenze si retrae posteriormente il polmone collassato utilizzando pinze da presa introdotte attraverso la porta posteriore ed in tal modo il pericardio viene esposto in modo ottimale. Si afferra il pericardio con pinze dentate atraumatiche e lo si trazione verso l'esterno per separarlo dal miocardio. La pericardiotomia va effettuata a livello delle vene polmonari, anteriormente al nervo frenico, per evitarne la lesione. Utilizzando forbici endoscopiche o l'endodissettore collegato alla coagulazione o con bisturi ad ultrasuoni si effettua una minima apertura del pericardio parietale

(Fig. 8), con una pinza da presa si trazione un margine della pericardiotomia che viene successivamente ampliata con le forbici e l'elettrobisturi finché non si raggiunge un'apertura di 3-4 cm, sufficiente a permettere l'esplorazione intrapericardica.

In presenza di pericardio sotto tensione come da versamento, si esegue una piccola pericardiotomia con elettrobisturi che consenta l'evacuazione del liquido (Fig. 9), si sottende un margine della pericardiotomia con una pinza da presa e si allarga l'incisione con le modalità precedentemente descritte, dirigendosi longitudinalmente nella direzione del-



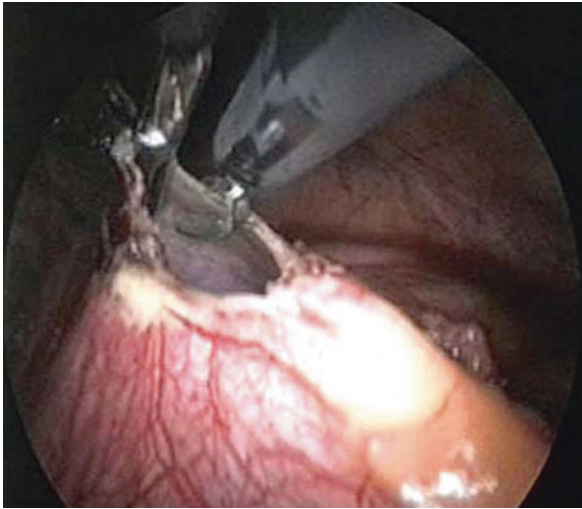
**Fig. 8.** Apertura del pericardio con dissettore endoscopico



**Fig. 7.** Tortuosità del letto vascolare, indizio di invasione neoplastica



**Fig. 9.** Svuotamento del versamento pericardico



**Fig. 10.** Allargamento della breccia pericardica con forbici ed elettrocoagulatore in direzione dell'arteria polmonare



**Fig. 11.** Si nota come l'aspiratore sposti anteriormente la vena cava superiore per visualizzare il tratto non infiltrato dell'arteria polmonare

l'arteria polmonare (Fig. 10) fino a consentire l'entrata in cavo di un aspiratore per poter evacuare completamente il versamento.

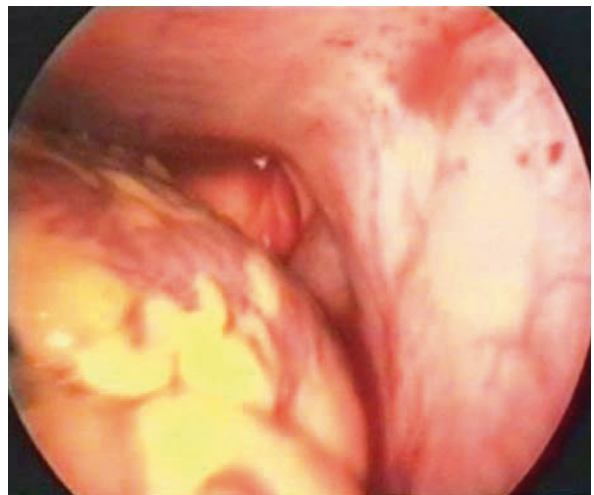
Tenendo trazionato il bordo del pericardio aperto si introduce nel cavo il videotorascopio.

Con questa manovra e con l'aiuto di un aspiratore, prezioso per garantire la pulizia del cavo pericardico, per separare le strutture anatomiche e come riferimento metrico (il diametro arriva a 5 mm), è possibile accertare l'estensione del vaso libero dall'infiltrazione neoplastica (Fig. 11) per giudicare sulla possibilità di un intervento exeretico con legatura intrapericardica dei vasi (pneumnectomia intrapericardica ovviamente in toracotomia).

A sinistra l'arteria polmonare risulta di esplorazione più agevole che non a destra. Le prime strutture che si incontrano sono l'auricola e l'atrio sinistro, successivamente le vene polmonari che risultano facilmente identificabili (Fig. 12), ed infine, con l'ausilio dell'aspiratore che comprime l'auricola, si visualizza l'arteria polmonare, il tronco, l'emergenza del ramo sinistro e destro.

A destra la prima formazione anatomica che compare è l'auricola destra con la cava superiore e l'aorta ascendente disposte più cranialmente, mentre risulta difficoltosa la visualizzazione dell'arteria polmonare se non si comprime e disloca anteriormente con l'aspiratore la vena cava superiore: con tale manovra l'arteria compare passando con l'endoscopio al di sotto della vena cava (Fig. 13).

Il videotorascopio può essere inserito in una differente porta di entrata, come quella al 3° spazio

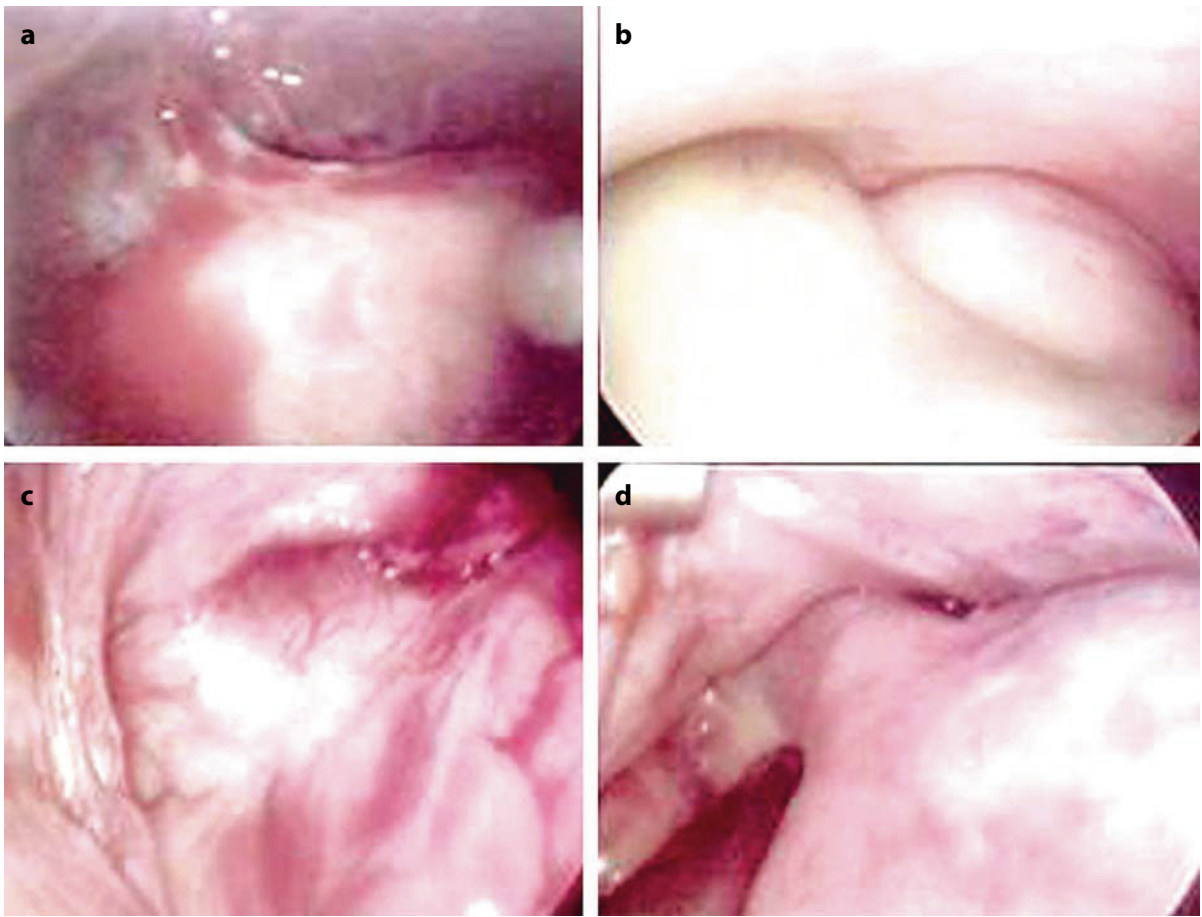


**Fig. 12.** Videotoroscopia sinistra. Si apprezzano atrio, vena polmonare superiore ed arteria polmonare

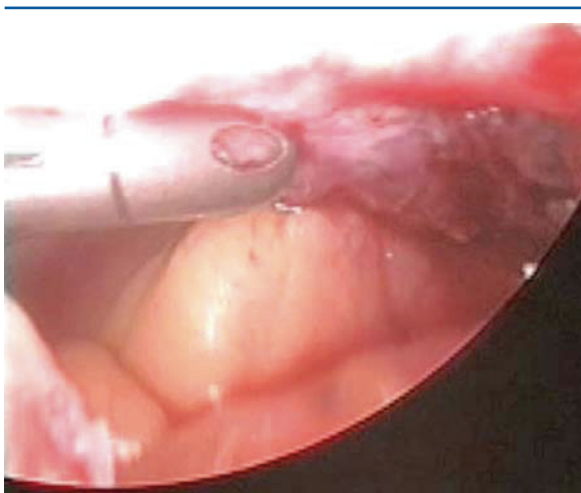
intercostale, se si rende necessario visualizzare la vena polmonare inferiore, mentre quella superiore risulta agevolmente esplorabile dalla porta di accesso standard della videocamera.

Al termine dell'esplorazione si può effettuare una resezione exeretica in toracotomia o, nei casi non resecabili, effettuare una biopsia intrapericardica se necessario (Figg. 14, 15 a e b).

I drenaggi endopleurici verranno posizionati utilizzando le porte di entrata anteriore-superiore ed inferiore.



**Fig. 13.** Composizione fotografica che evidenzia due neoplasie che invadono il pericardio (a e b) senza infiltrare, all'esplorazione VPC, l'aorta, la cava superiore (c), l'arteria polmonare (d)

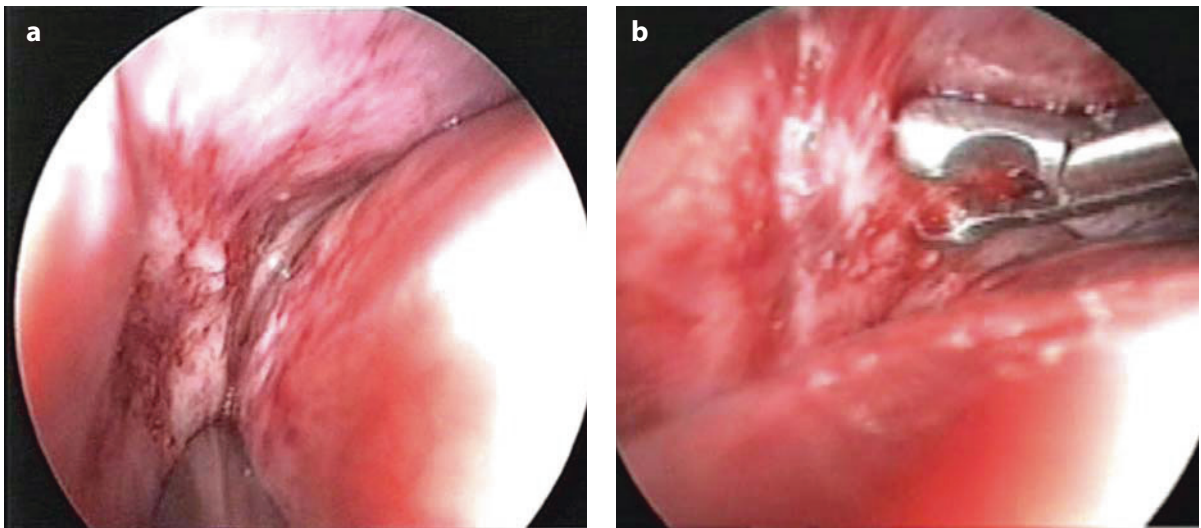


**Fig. 14.** Biopsia intrapericardica di carcinoma che infiltra l'arteria polmonare sinistra

## Risultati

Dal giugno 1992 al dicembre 2004 presso il Dipartimento di Chirurgia Generale e Toracica dell'ospedale Universitario di Siviglia, è stata eseguita la VTE come approccio chirurgico preliminare nel trattamento del cancro del polmone al fine di stilare una corretta stadiazione ed un accurato giudizio di operabilità. I pazienti della serie, dal gennaio 1992 al marzo 1993 sono stati sottoposti a toracotomia al termine della VTE per potere confermare con un'esplorazione convenzionale i riscontri videotoroscopici. A partire da questa data, una volta acquistata dimestichezza con la tecnica, si è rinunciato alla toracotomia nei casi risultati non resecabili alla valutazione VTE.

Da allora sono stati trattati chirurgicamente 1051 pazienti affetti da carcinoma broncogeno, La sta-



**Fig. 15.** Carcinoma infiltrante l'arteria polmonare destra e la vena cava superiore (a). Biopsia successiva intrapericardica (b)

diagnosi clinica per tutti era stata effettuata con le metodiche tradizionali (Rx, TAC, broncoscopia, FNAB e, se ritenuto necessario, prove funzionali respiratorie a riposo e sotto sforzo). Non si è ritenuto opportuno procedere a mediastinoscopia sistematica ritenendo che con la VTE si sarebbe potuto realizzare una più corretta valutazione finale dell'N.

Di tutti i pazienti, 980 sono stati studiati in videotoroscopia per ottenere la stadiazione finale e la valutazione della resecabilità, mentre nei rimanenti 71 pazienti l'esplorazione videotoroscopica non è stata dirimente per la presenza soprattutto di aderenze pleuriche tenaci o di quadri di invasione neoplastica impossibili da chiarire in VTE.

Di questi 71 pazienti, 37 sono stati candidati ad intervento resettivo in toracotomia, mentre i rimanenti 34, risultati inoperabili, sono stati sottoposti a toracotomia esplorativa, con una percentuale del 3,2%, di molto inferiore alla media riferita dalla letteratura. I motivi che hanno portato ad un'esplorazione in toracotomia nei pazienti resecabili sono state: presenza di aderenze pleuriche in 24 casi; impossibilità al collasso polmonare in 6 casi; un quadro non univoco di invasione neoplastica bronchiale o del mediastino posteriore negli ultimi 7 pazienti. In tutti i casi si è deciso di effettuare un tentativo exeretico in toracotomia, coronato da successo.

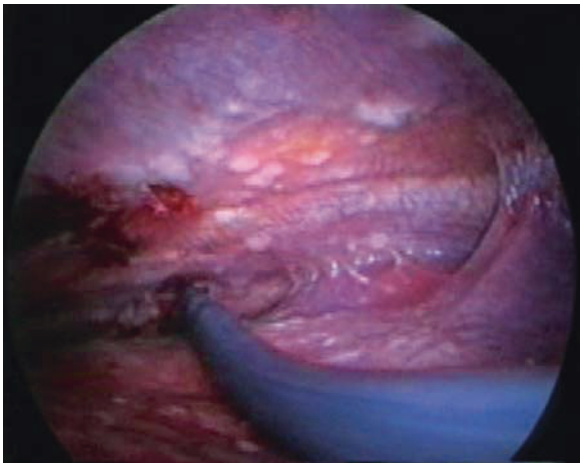
Nei pazienti risultati non resecabili l'esplorazione in toracotomia si è effettuata per: aderenze pleuriche tenaci (22 casi); impossibilità al collasso polmonare (5 casi); presenza di un'infiltrazione della parete toracica che impediva una corretta esplorazione in VTE (4 casi); impossibilità a stabilire l'esistenza di un'invasione bronchiale in VTE (3 casi).

Le cause di non resecabilità sono state rappresentate da invasione mediastinica (28 casi); carcinosi pleurica (4 casi); mancata tolleranza funzionale all'esecuzione della pneumonectomia, resa necessaria dallo stadio anatomico del tumore (2 casi).

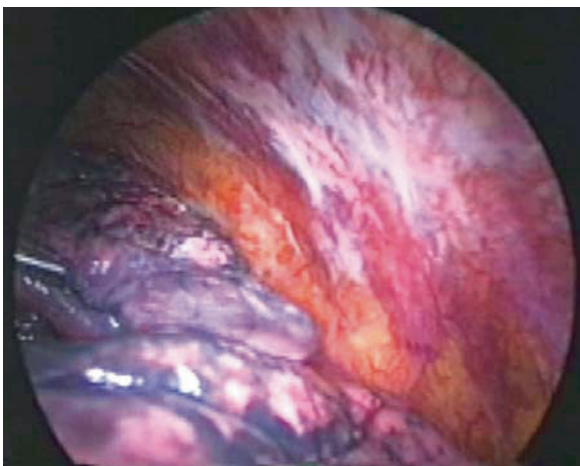
D'altra parte in 127 pazienti sottoposti a VTE si sono riscontrate cause evidenti di non resecabilità: 71 casi presentavano un'invasione mediastinica di dubbia interpretazione alla TAC (Fig. 16); 34 casi una carcinosi pleurica senza versamento (Figg. 17 e 18); 6 casi entrambi i quadri; 16 casi un'invasione trans-scissurale e vascolare che rendeva impossibile la lobectomia standard e "sleeve" mentre la pneumonectomia, tecnicamente realizzabile, non era tollerata dal punto di vista funzionale. In tutti questi casi, pari al 12,1%, si evitò una toracotomia esplorativa.



**Fig. 16.** Invasione mediastinica rilevata alla VTE



**Fig. 17.** Biopsia in corso di carcinosi pleurica tipica



**Fig. 18.** Carcinosi pleurica atipica

La durata media della VTE nei casi più agevoli, sia per una facile diagnosi di resecabilità (T1-T2 N0) o di irresecabilità (carcinosi pleurica) è stata di circa 10-15 minuti, mentre nei casi più complessi, rappresentati soprattutto da situazioni di inoperabilità valutate con maggiore attenzione, la durata ha oscillato tra i 30 ed i 40 minuti.

È necessario rammentare che una toracotomia esplorativa dura in media sui 70 minuti ed il relativo decorso postoperatorio non risulta sempre regolare. Il lasciare in situ la lesione comporta un lento recupero del paziente ed una maggiore incidenza di complicanze, legate ad uno stato di duplice immunodepressione determinato dal cancro e dall'intervento stesso.

Durante il medesimo periodo nello stesso gruppo di pazienti sono state eseguite 62 videopericardioscopie.

L'indicazione a questo tipo di esplorazione veniva fornita in 31 pazienti da un quadro TAC sospetto di invasione ilare e vascolare, mentre nei rimanenti 31 la VTE metteva in luce un'infiltrazione vascolare senza permettere un'esplorazione adeguata dei vasi polmonari.

In 42 dei 62 pazienti si è potuto eseguire l'intervento exeretico dopo aver accertato la possibilità di una legatura intrapericardica dei vasi (4% del totale delle VTE e 67,7% delle VPC); in 23 di questi la TAC diagnosticava un quadro di chiara inoperabilità, smentito poi dalla VPC, mentre nei rimanenti 19 l'infiltrazione veniva messa in luce durante l'esecuzione della VTE.

Sono state effettuate 38 pneumonectomie, 2 lobectomie superiori destre e 2 lobectomie superiori sinistre.

Nelle due lobectomie destre la valutazione VPC è risultata complessa per la presenza di una infiltrazione di parete che riduceva nettamente la mobilitazione del polmone. Un paziente sottoposto a lobectomia sinistra era stato trattato con chemioterapia neoadiuvante: il quadro VTE risultava evocativo di una infiltrazione mediastinica. Valutata in VPC l'integrità dei vasi intrapericardici, si eseguiva una toracotomia che metteva in luce la presenza di tessuto infiammatorio senza alcuna infiltrazione del mediastino e si decideva pertanto di eseguire la resezione lobare. In tutte le pneumonectomie l'invasione vascolare e pericardica era stata confermata istologicamente senza che i margini di resezione fossero interessati.

In 20 pazienti la VPC dimostrava un'infiltrazione intrapericardica dei vasi tale da rendere non realizzabile l'intervento exeretico. In particolare si metteva in luce l'invasione dell'arteria polmonare in 11 casi, dell'arteria polmonare e della vena polmonare superiore in 4 casi, dell'arteria polmonare e della vena cava superiore in 2 casi, dell'auricola sinistra e delle vene polmonari in 3 casi.

Non è stata registrata alcuna mortalità e morbidità in corso di VPC. Il tempo medio di esecuzione dell'esame è stato di soli 22 minuti, oscillando da 16 a 33 minuti, a dimostrazione che la VPC non allunga significativamente la durata dell'intervento exeretico mentre per contro riduce considerevolmente il numero delle toracotomie esplorative.

La degenza media postoperatoria dei casi sottoposti a VPC senza exeresi successiva è stata di 48 ore; questo ha permesso l'inizio precoce di un trattamento neoadiuvante che non sarebbe stato possibile dopo toracotomia esplorativa.

Nei casi sottoposti ad exeresi non si è calcolata la degenza media postoperatoria essendo questa in relazione alla resezione polmonare in toracotomia e non alla VPC.

## Conclusioni

La videotoroscopia esplorativa dovrebbe costituire il primo passo di un intervento chirurgico in un paziente con cancro del polmone dal momento che durante la sua esecuzione potrebbero rilevarsi condizioni di non resecabilità quali per esempio invasione del mediastino di dubbio riscontro alla TAC e carcinosi pleurica senza versamento. In tal modo la VTE potrebbe evitare una toracotomia esplorativa non necessaria.

L'esplorazione in toracotomia dovrebbe eseguirsi solo in caso di impossibilità ad effettuare la VTE o quando in corso di quest'ultima persistano ancora dubbi sulla resecabilità.

La VTE risulta molto meno aggressiva dell'esplorazione in toracotomia e permette di visualizzare in modo completo la cavità pleurica e di scoprire eventuali segni insospettiti di non resecabilità (per esempio una carcinosi pleurica senza versamento). Consente inoltre l'inizio precoce del trattamento neoadiuvante finalizzato ad una successiva rivalutazione chirurgica.

Con la VTE si accede alla esplorazione e, se necessario, alla biopsia di tutte le catene linfatiche mediastiniche omolaterali. La tecnica consente inoltre di scegliere l'approccio chirurgico più adeguato al caso specifico (VATS, toracotomia laterale, toracotomia posterolaterale) specialmente nelle neoplasie T3 per invasione della parete

In caso di dubbi sulla invasione dei vasi polmonari con le ordinarie tecniche per immagini (TAC, RMN), o in corso di VTE può essere eseguita l'esplorazione vascolare intrapericardica. Questa metodica, chiamata videopericardioscopia (VPC) permette di confermare o escludere l'infiltrazione neoplastica consentendo da un lato di evitare toracotomie non necessarie, dall'altro di recuperare all'intervento exeretico pazienti giudicati non operabili alla TAC o alla RMN.

In presenza di versamento pericardico la VPC garantisce infine la risoluzione della compressione cardiaca originata dal versamento stesso.

## Bibliografia

- Gdeedo A, Van Schil P, Corthouts B et al (1997) Comparison of imaging TNM [(i)TNM] and pathological TNM [pTNM] in staging of bronchogenic carcinoma. *Eur J Cardiothorac Surg* 12:224-227
- Takahashi M, Shimoyama K, Murata K et al (1997) Hilar and mediastinal invasion of bronchogenic carcinoma: evaluation by thin-section electron-beam computed tomography. *J Thorac Imaging* 12:195-199
- Gdeedo A, Van Schil P, Corthouts B et al (1997) Prospective evaluation of computed tomography and mediastinoscopy in mediastinal lymph node staging. *Eur Resp J* 10:1547
- Toledo EM, Harpole L, Detterbeck F et al (2003) Invasive staging of non-small cell lung cancer: a review of the current evidence. *Chest* 123:1575
- Naruke T, Asamura H, Kondo H et al (1993) Thoracoscopy for staging of lung cancer. *Ann Thorac Surg* 56:661-663
- Rusch VW, Bains MS, Burt ME et al (1994) Contribution of videothoracoscopy to the management of the cancer patient. *Ann Surg Oncol* 1:94-98
- Van Den Bosch JMM, Gelissen HTJ, Wagenaar SS (1983) Exploratory thoracotomy in bronchial carcinoma. *J Thorac Cardiovasc Surg* 85:733-737
- Landreneau RJ, Mack MJ, Hazelrigg SR et al (1992) Video-assisted thoracic surgery: basic technical concepts and intercostal approach strategies. *Ann Thorac Surg* 1992 54:800-807
- Wain JC (1993) Video-Assisted Thoracoscopy and the Staging of Lung Cancer. *Ann Thorac Surg* 56:776-778
- Roviaro G, Varoli F, Rebuffat C et al (1996) Videothoroscopic operative staging for lung cancer. *Int Surg* 81:252-254
- Loscertales J, García Díaz F, Jiménez Merchán R et al (1996) Valoración de la resecabilidad del cáncer de pulmón mediante videotoroscopia exploradora. *Arch Bronconeumol* 32:275-279
- Loscertales J, Jiménez Merchán R, Arenas Linares C et al (1997) The use of videoassisted thoracic surgery in lung cancer. Evaluation of resectability in 296 patients and 71 pulmonary exeresis with radical lymphadenectomy. *Eur J Cardio-thorac Surg* 12:892-897
- Jiménez Merchán R, Congregado Loscertales M, Girón Arjona JC et al (2000) Videopericardioscopia: una nueva exploración para valorar la resecabilidad de los cánceres de pulmón cT4 por invasión vascular. *Arch Bronconeumol* 36:612-619
- Loscertales J, Jiménez Merchán R, Congregado Loscertales M et al (2002) Usefulness of videothoroscopic intrapericardial examination of pulmonary vessels to identify resectable clinical T4 lung cancer. *Ann Thorac Surg* 73:1563-1566
- Azorin J, Lamour A, Destable MD et al (1986) Pericardioscopy: Definition, value and limitation. *Rev Pneumol Clin* 42:138-141
- Little AG, Ferguson MK (1986) Pericardioscopy as adjunct to pericardial window. *Chest* 89:53-55
- Kondon GT, Rich S, Levitsky S (1986) Flexible fiberoptic pericardioscopy for the diagnosis of pericardial disease. *J Am Coll Cardiol* 7:432-434
- Kondon GT, Rich S, Levitsky S (1986) Flexible fiberoptic pericardioscopy. *Chest* 5:787-788
- Wong KK, Li AK (1987) Use of a flexible choledochoscope for pericardioscopy and drainage of a loculated pericardial effusion. *Thorax* 42:637-638

# ESPLORAZIONE VATS DEL MEDIASTINO LINFONODALE IN CORSO DI CANCRO DEL POLMONE

Hans Hoffmann, Michael Klopp

## Premesse

Le indicazioni alla stadiazione invasiva in corso di NSCLC risultano un argomento ancora dibattuto. In particolare permane ancora controversa la necessità di eseguire su tutti i pazienti la stadiazione invasiva mediastinica: molto dipende dall'atteggiamento mentale del chirurgo toracico.

Tuttavia, alla luce dell'utilizzo dei trattamenti neoadiuvanti, le indicazioni alla stadiazione invasiva del NSCLC possono essere ridiscusse.

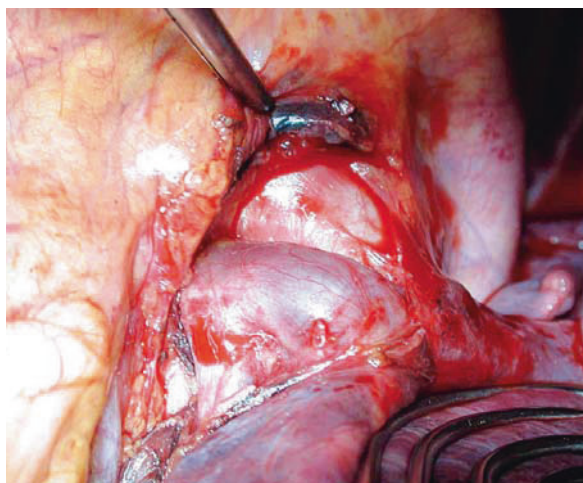
L'accurata valutazione dei risultati relativi a *trials* clinici su pazienti sottoposti a chemioterapia preoperatoria può rendere necessaria una stadiazione invasiva che preceda il trattamento neoadiuvante e che possa confermare il TNM clinico.

L'impiego della VATS è stato limitato agli inizi alla valutazione delle patologie polmonari e pleuriche. Ma in seguito, grazie ai progressi raggiunti dalle tecniche operatorie e dall'abilità degli operatori, questo accesso mininvasivo è stato applicato sempre più spesso anche a patologie del mediastino.

La VATS risulta oggi un eccellente strumento per la stadiazione dei linfonodi mediastinici ma tuttavia rappresenta un nuovo approccio e non una nuova procedura. Per tale motivo le indicazioni all'esplorazione o alla dissezione dei linfonodi mediastinici con tecnica videoassistita rimangono le stesse delle tecniche convenzionali "open".

## Stadio clinico e stadio patologico in corso di cancro del polmone

La stadiazione corretta del cancro del polmone comporta l'esplorazione sistematica ed accurata dei linfonodi interlobari, ilari e mediastinici. Joachim Schirren e coll. della Divisione di Chirurgia Toracica di Heidelberg hanno effettuato su 1900 pazienti un confronto tra lo staging del TNM clinico preoperatorio ottenuto con tecniche di imaging e quello del TNM patologico postoperatorio (Fig. 1) [1].



**Fig. 1.** Esplorazione di linfonodi della finestra aortopolmonare (N5)

Tutti i pazienti erano stati sottoposti a toracotomia con resezione polmonare e linfadenectomia ilo-mediastinica.

Allo stadio clinico I si è riscontrata una stadiazione accurata nel 65% dei pazienti; il 15% risultava allo stadio II ed il 13% allo stadio IIIA. Allo stadio clinico II solo un terzo dei pazienti era stata accuratamente studiata; il 35% era p-Stage II.

Combinando i dati degli stadi clinici I e II si giunge ad una accurata stadiazione nel 70% circa dei pazienti.

Lo stadio IIIA è risultato corretto nel 38% dei casi, in più di un terzo dei pazienti tuttavia erano stati diagnosticati dei falsi positivi. In due piccoli gruppi allo stadio IIIB e IV la stadiazione era esatta nel 48% ed 83% dei casi rispettivamente.

Riguardo all'N clinico, i linfonodi negativi erano il 62% ed una sovrastadiazione era presente nel 38% dei pazienti. L'N1 clinico era confermato nel 40% dei casi, nel 30% il quadro CT forniva dati falsamente positivi ed in un altro 30% li forniva falsamente negativi. La CT forniva comunque dati falsamente positivi sull'N2 in più del 50% dei casi.

## Accessi e tecnica chirurgica

L'esplorazione o la dissezione dei linfonodi mediastinici in VATS richiede l'anestesia generale con tubo tracheale a doppio lume come per le altre indicazioni.

È fondamentale provocare l'atelettasia del polmone omolaterale per ottenere un campo operatorio sufficientemente ampio.

Per la valutazione dei linfonodi anteriori e paratracheali il paziente viene posto in decubito laterale, così come i linfonodi sottocarenali e paraesofagei sono visualizzati in modo migliore a paziente posizionato come in una toracotomia laterale.

Nei pazienti programmati per una resezione maggiore in VATS la dissezione sistematica linfonodale può essere effettuata attraverso una minitoracotomia (50-70 mm) e due accessi toracoscopici. Altrimenti, vengono posizionate 3-4 porte nel III° e V° spazio intercostale col videotoracoscio introdotto attraverso il VI°-VII° spazio intercostale. In genere è consigliabile introdurre il videotoracoscio attraverso un trocar che sia distante almeno 15 cm dalla lesione per garantire una visione più ampia del campo operatorio. Lo stesso videotoracoscio dovrebbe inoltre essere disposto nella medesima direzione dell'operatore così da ottenere una visione endoscopica analoga a quella dell'intervento "open".

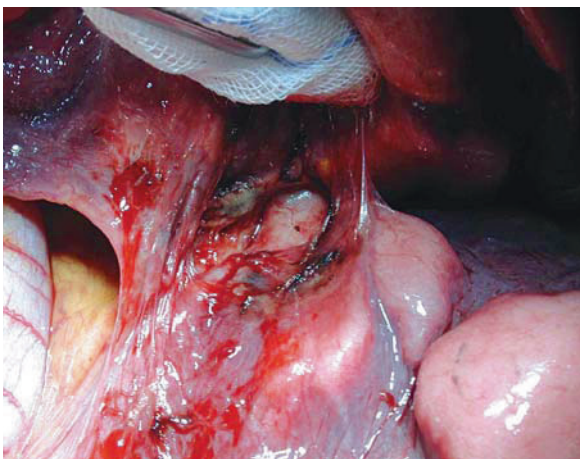
## Esplorazione linfonodale a scopo diagnostico

La VATS risulta un'ottima tecnica per la stadiazione dei linfonodi mediastinici. Le stazioni linfonodali raggiungibili sono tutte quelle del mediastino

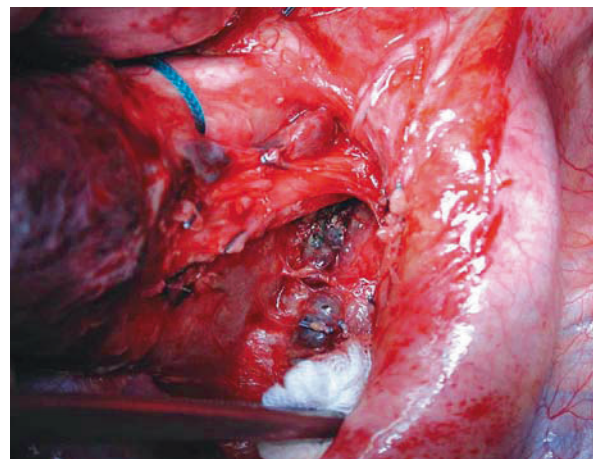
eccetto le mediastiniche superiori (Figg. 1, 2, 3). Possono esserci delle limitazioni tecniche a sinistra per le stazioni 2 e 4.

Nei confronti della mediastinoscopia cervicale la VATS ha il vantaggio di consentire la biopsia delle stazioni 5 e 6, come pure dei gruppi 8, 9, 10 (ilari), mentre presenta lo svantaggio di poter garantire solo esplorazioni delle catene ipsilaterali. Perciò, anche nell'era della chirurgia videotoracoscopica, la mediastinoscopia cervicale rimane l'approccio di prima scelta nella stadiazione dei linfonodi del mediastino superiore. Anche se la mediastinoscopia cervicale consente di confermare la presenza o l'assenza di una patologia N2 o N3, tuttavia non permette un'accurata dissezione linfonodale come nelle tecniche "open". Così Hurtgen e coll. hanno sviluppato una tecnica di linfadenectomia radicale in videomediastinoscopia (VAMLA). In uno studio prospettico di 40 pazienti su 46, questi Autori hanno documentato una dissezione radicale dei linfonodi paratracheali e subcarenali in VAMLA con l'asportazione media di 20.7 linfonodi, dato comparabile a quanto riportato in corso di linfadenectomia ottenuta con tecnica "open" [2].

Sia la mediastinoscopia cervicale che la VAMLA permettono l'esplorazione del mediastino superiore ipsilaterale e controlaterale. La percentuale di falsi negativi della mediastinoscopia cervicale si attesta a meno del 10% e non dovrebbero essere registrati falsi positivi. La percentuale di falsi negativi aumenta leggermente in caso di biopsia della catena sottocarenale. L'incidenza di complicanze è bassa [3], quella di sanguinamenti importanti risulta del 0,2-0,3%. Lesioni ricorrenti vengono registrate in percentuale leggermente superiore (0,9%). La mortalità, come riportato da Specht in una serie di 11000 mediastinoscopie, arriva allo 0,15% [4].



**Fig. 2.** Esplorazione di linfonodi interlobari (N11)



**Fig. 3.** Dissezione di linfonodi sottocarenali (N7)

I linfonodi accessibili in mediastinoscopia cervicale sono quelli delle stazioni 1, 2, 3, 4 (paratracheali), 7 (sottocarenali) e a volte 10 (angolo traqueobronchiale destro). La stazione 3 può essere raggiunta solo parzialmente perché i linfonodi prevascolari possono non essere raggiunti. Non raggiungibili in mediastinoscopia sono le stazioni paraesofagee (N8), quelle del legamento polmonare (N9) ed in genere quelle ilari (N10) oltre che naturalmente tutti gli altri linfonodi intrapolmonari. In più non risultano accessibili alla mediastinoscopia cervicale le stazioni subaortiche (finestra aortopolmonare – N5) e para-aortiche (N6). Per raggiungere queste stazioni può essere indicata la mediastinoscopia cosiddetta allargata. La videotoroscopia è tuttavia una più elegante alternativa alla mediastinoscopia allargata per la valutazione delle stazioni 5 e 6.

Un ulteriore vantaggio alla stadiazione VATS del mediastino è rappresentato dalla possibilità di identificare il tumore primitivo e di apprezzare un eventuale contatto/compressione o invasione di strutture ilari e mediastiniche che possono essere difficilmente valutabili alla CT, dalla scoperta di disseminazioni pleuriche non sospettate, dalla localizzazione e resezione di noduli neoplastici satelliti, per poter rivelare così delle cause di inoperabilità.

Sebastian-Quetglas e coll. [5] hanno condotto uno studio su 105 pazienti portatori di cancro del polmone. Gli Autori hanno riscontrato che la VATS era stata utile per la stadiazione della patologia T3, T4 e T dubbia, come per le lesioni N2, soprattutto relativamente all'esplorazione chirurgica delle stazioni paratracheali inferiori (N4), della finestra aortopolmonare (N5), para-aortica (N6), sottocarenali posteriori (N7), paraesofagee (N8), e del legamento polmonare (N9) [5].

Sebbene la VATS garantisca l'esplorazione ai linfonodi ilari ed interlobari, non permette tuttavia una valutazione delle stazioni intrapolmonari più profonde che possono determinare la patologia N1.

Per valutare quale stazione linfonodale definisca l'N1, l'Autore ha analizzato una serie di 292 pazienti con diagnosi di pN1 dopo resezione polmonare

anatomica e linfadenectomia ilomediastinica. Solo nel 13,4% dei pazienti erano stati riscontrati positivi i linfonodi ilari (N10). In più dell'86% dei pazienti N1 i linfonodi ilari risultavano negativi e la patologia N1 veniva definita dall'interessamento dei linfonodi intrapolmonari (N11-14). Yano e coll. hanno dimostrato in una serie di 78 pazienti che la sopravvivenza associata all'N1 lobare era significativamente migliore di quella associata all'N1 ilare [6]. Perciò, sebbene l'interessamento ilare risulti solo approssimativamente del 13% nella patologia N1, il riscontro di linfonodi ilari positivi può agevolare a riconoscere un sottogruppo associato a prognosi peggiore.

### Linfadenectomia mediastinica sistematica



L'accuratezza della stadiazione del cancro del polmone è in rapporto all'estensione del campionamento linfonodale mediastinico. Quanto più estesa risulta la mappatura linfonodale, tanto più risulterà corretto lo studio dell'N. Una linfadenectomia adeguata comporta una dissezione completa di tutti e tre i compartimenti mediastinici ipsilaterali compresa la stazione infracarenale (Tab. 1). Un'ulteriore esplorazione dei linfonodi mediastinici controlaterali come suggerito da alcuni Autori (principalmente giapponesi), può non essere giustificata.

La realizzabilità della linfadenectomia sistematica (SND) in VATS per neoplasia polmonare allo stadio I rimane dibattuta. Sebbene nei 12 anni successivi alla prima lobectomia in VATS molte altre lobectomie siano state eseguite, rimangono alcuni dubbi sulla sicurezza della procedura, intesa come morbilità e mortalità associate.

McKenna e coll. [7] hanno analizzato la loro serie di 1100 lobectomie in VATS eseguite tra il 1992 ed il 2004 per chiarire queste problematiche. Sono stati registrati 53 tumori benigni, 27 metastasi polmonari, 5 linfomi, 1015 tumori maligni. Delle neoplasie maligne primitive 641 (63,1%)

**Tabella 1.** Una linfadenectomia adeguata in corso di intervento per cancro del polmone richiede una dissezione completa di tre compartimenti mediastinici omolaterali

#### Toracotomia destra

Paratracheali (gruppi 2-4)

Sottocarenalil/paraesofagei (gruppi 7/8)

Inferiori (gruppo 9)

#### Toracotomia sinistra

Finestra aortopolmonare/para-aortici (gruppi 5/6)

Sottocarenalil/paraesofagei (gruppi 7/8)

Inferiori (gruppo 9)

erano adenocarcinomi. Attraverso una minitoracotomia (5 cm) videoassistita senza divaricamento costale sono state eseguite la dissezione dell'ilo ed il campionamento o la dissezione dei linfonodi. Sono stati registrati 9 decessi (0,8%) dei quali nessuno avvenuto intraoperatoriamente o per la comparsa di sanguinamento. In 932 pazienti non si sono verificate complicanze (84,7%). In 45 pazienti, pari al 4,1%, sono state necessarie emotrasfusioni. La degenza mediana è stata di 3 giorni (media 4,78).

Sono stati dimessi in prima o seconda giornata postoperatoria 180 pazienti, pari al 20% dei casi.

In 28 pazienti (2,5%) si è dovuto procedere alla conversione in toracotomia. In 5 pazienti (0,57%) si è verificata una recidiva in sede di cicatrice chirurgica. Nell'anno 2003 l'89% delle 224 lobectomie polmonari è stato eseguito in VATS.

Le conclusioni degli Autori sono state che la lobectomia in VATS con dissezione anatomica può essere effettuata con basso indice di morbilità e mortalità e minimo rischio di sanguinamento intraoperatorio e di recidiva sulla cicatrice chirurgica [7].

Watanabe e coll. hanno valutato la praticabilità della dissezione linfonodale mediastinica sistematica (SND) in VATS in 411 pazienti portatori di cancro del polmone allo stadio clinico I [8]. Un gruppo (221 pazienti) è stato sottoposto a resezione polmonare maggiore ed SND in VATS attraverso una minitoracotomia (30-70 mm) e due accessi toracoscopici; un secondo gruppo (190 pazienti) è stato invece trattato con intervento "open" in toracotomia antero-laterale.

Il numero dei linfonodi asportati in ciascuna stazione è risultato simile nei due gruppi, come la mortalità operatoria, la morbilità o il tasso di recidive sulla cicatrice. Si sono verificati 3 (1,4%) e 5 (2%) decessi correlati all'intervento nel gruppo trattato in VATS ed in quello sottoposto a tecnica "open" rispettivamente ( $p = 0.48$ ). La permanenza del drenaggio toracico è stata minore nel gruppo VATS che non in quello "open" (5,8 vs. 7,6 giorni –  $p = 0.001$ ). La sopravvivenza attuariale libera da recidiva a 5 anni e quella cumulativa dei casi con stadio patologico IA è risultata sovrapponibile tra i due gruppi (88,6 vs. 92,4 –  $p = 0.698$ ; 92,9 vs. 86,5 –  $p = 0.358$ ) [8].

Questi dati confermano che in mani esperte la lobectomia polmonare in VATS rappresenta una tecnica oncologicamente corretta in corso di cancro polmonare allo stadio clinico I. In centri specializzati anche la dissezione linfonodale mediasti-

nica sistematica in VATS risulta essere sicura ed affidabile, non inferiore a quella effettuata in chirurgia "open".

## Conclusioni

Per concludere la mediastinoscopia e la VATS risultano metodiche complementari nel raggiungimento di una corretta stadiazione in corso di cancro del polmone. La stadiazione invasiva che utilizza le due tecniche può permettere di determinare la definizione dell'N2, dell'N3 e di identificare il T3, il T4 o l'M1 toracico.

Il limite di entrambe tuttavia è di non potere discriminare con accuratezza tra l'N0 e l'N1 quando vengono interessati i linfonodi intrapolmonari.

La VATS in ogni modo garantisce l'identificazione di un gruppo rilevante di casi N1 da coinvolgimento dei linfonodi dell'ilo.

Infine, in centri specializzati l'intervento di lobectomia e di SND in VATS si dimostra un trattamento oncologicamente corretto in corso di cancro polmonare allo stadio clinico I.

## Bibliografia

- Schirren J (1996) Habilitationsschrift. Universität Heidelberg, pp 92-107
- Hürtgen M, Friedel G, Toomes H et al (2002) Radical video-assisted mediastinoscopic lymphadenectomy (VAMLA)-technique and first results. *Eur J Cardiothorac Surg* 21:348-351
- Ginsberg RJ (1987) Evaluation of the mediastinum by invasive technique. *Surg Clin North Am* 67:1025
- Specht G (1971) Discussion by Carlens. In: Jepsen O, Sorenson HR (eds). *Mediastinoscopy*. Denmark, Odense University Press, pp 130
- Sebastian-Quetglas F, Molins L, Baldo X et al (2003) Clinical value of video-assisted thoracoscopy for preoperative staging of non-small cell lung cancer. A prospective study of 105 patients. *Lung Cancer* 42:297-301
- Yano T, Hara N, Ichinose Y et al (1994) Local recurrence after complete resection for non-small-cell carcinoma of the lung. Significance of local control by radiation treatment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107:8-12
- McKenna RJ Jr, Houck W, Fuller CB (2006) Video-assisted thoracic surgery lobectomy: experience with 1,100 cases. *Ann Thorac Surg* 81:421-425
- Watanabe A, Koyanagi T, Obama T et al (2005) Assessment of node dissection for clinical stage I primary lung cancer by VATS. *Eur J Cardiothorac Surg* 27:745-752

## Premesse

La videomediastinoscopia (VAM) si propone oggi come la versione più moderna ed aggiornata della mediastinoscopia cervicale realizzata per la prima volta dall'otorinolaringoiatra svedese Carlens nel 1959 [1]. L'aggiornamento della metodica consiste nell'applicazione delle tecnologie della chirurgia videoassistita alla tecnica consolidata della mediastinoscopia cervicale tradizionale. L'utilizzo della videocamera incorporata nella spatola mediastinoscopica e la conseguente possibilità di ottenere immagini magnificate trasforma una tecnica chirurgica esclusivamente gestita da un operatore in una tecnica condivisa da una intera équipe con aumentate possibilità didattiche e con una maggiore accuratezza nell'individuazione delle strutture anatomiche da raggiungere e nella precisione e nella sicurezza dell'esecuzione del prelievo biotico. Più semplici risultano anche le manovre di aspirazione e di elettrocoagulazione che possono essere compiute in corso di indagine. Tutta la procedura può essere filmata con conservazione ed archiviazione della videocassetta quale elemento di riferimento per qualsiasi ulteriore verifica e quale documento didattico e divulgativo.

## Indicazioni

La stadiazione del cancro del polmone rappresenta oggi l'indicazione prioritaria all'impiego della videomediastinoscopia (Tab. 1).

La selezione dei pazienti da sottoporre a VAM si basa sulla presenza di linfonodi di diametro superiore al centimetro secondo l'asse maggiore a livello delle stazioni linfonodali mediastiniche raggiungibili omo (N2) o controlaterali (N3) al tumore primitivo (Figg. 1, 2, 3).

La PET positiva estende l'indicazione anche per linfonodi di dimensioni normali (Fig. 4).

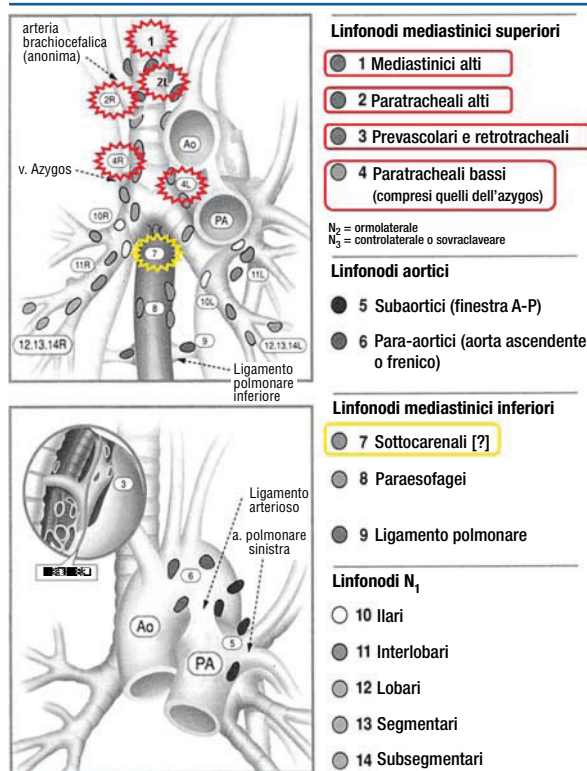
La PET negativa orienta comunque verso la toracotomia. Per la stadiazione delle stazioni 5 e 6 si preferisce l'agobiopsia su guida EBUS.

Per la stadiazione della stazione 7 si preferisce ormai ricorrere all'agoaspirato transcarenale con ago di Wang.

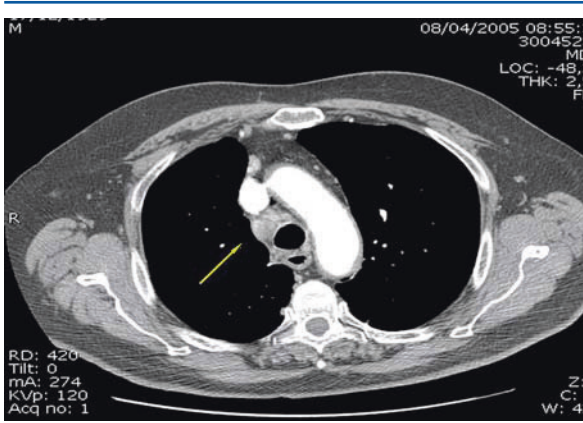
**Tabella 1.** Indicazioni all'utilizzo della mediastinoscopia nella stadiazione del NSCLC (American College of Chest Physician, ACCP guidelines [2])

NSCLC con linfonodi mediastinici patologici alla TAC  
NSCLC con TAC negativa per linfonodi mediastinici patologici ma ad alto rischio di coinvolgimento\*\*  
Conferma istologica di linfonodi mediastinici PET positivi  
Indagine diagnostica invasiva di seconda scelta per NSCLC con invasione mediastinica (T3/T4)

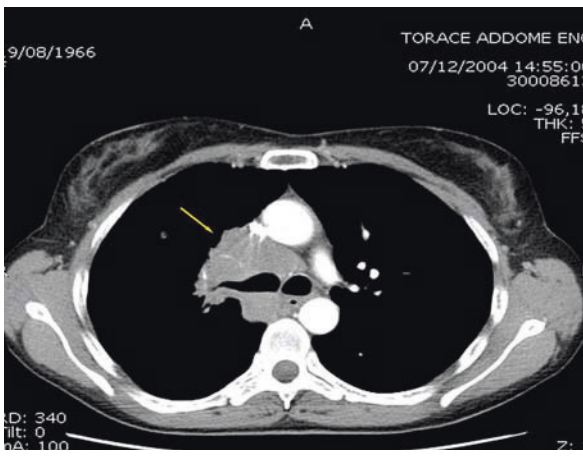
\* > 1cm; \*\* Adenocarcinoma, masse ilari o N1 alla TAC



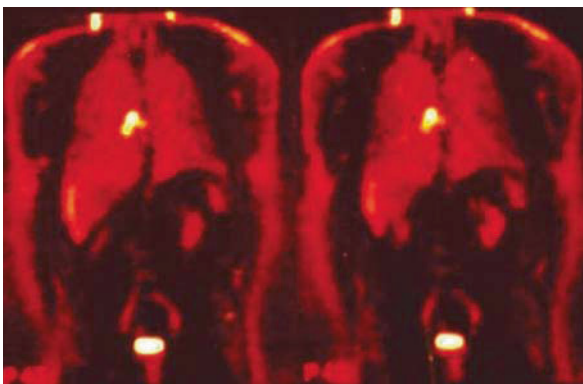
**Fig. 1.** Schema delle stazioni linfonodali accessibili in videomediastinoscopia sec. Mountain e Dresler (modificata da Naruke/ATS-LCSG Map)



**Fig. 2.** N2 mediastinico



**Fig. 3.** N3 mediastinico



**Fig. 4.** Linfadenopatia mediastinica PET positiva

Ancora dibattuto è l'utilizzo della mediastinoscopia come restaging dopo chemioterapia neoadiuvante nei pazienti con NSCLC in stadio IIIA-N2 [3].

La mediastinoscopia cervicale risulta utile per la valutazione del cancro del polmone con aggressione mediastinica (T4 mediastinico).

Il valore diagnostico della VAM riguarda inoltre le neoplasie linfonodali maligne primitive del mediastino con valore sistemico (linfomi Hodgkin e non H), le adenopatie mediastiniche primitive in generale, le neoplasie solide chirurgicamente inasportabili.

La VAM può assumere valenza terapeutica per le formazioni cistiche del mediastino [4] ed in casi selezionati di mediastinite discendente agli esordi clinici al fine di garantire un opportuno drenaggio.

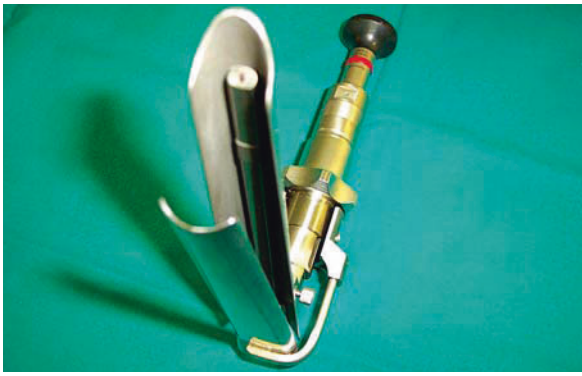
## Strumentario

Lo strumentario utilizzato in corso di videomediastinoscopia è lo stesso che si utilizza per la mediastinoscopia. Tuttavia la tecnologia ci ha permesso di migliorare la qualità della visione endoscopica introducendo gli stessi materiali che vengono utilizzati per la chirurgia toracica videoassistita.

Il videomediastinoscopio è uno strumento a forma di L provvisto di un corpo centrale raccordato ad una estremità distale ed una prossimale. L'estremità distale ha una lunghezza variabile dai 15 ai 20 cm e si compone di due valve metalliche di differente lunghezza (Fig. 5). La valva superiore ha la sezione trasversale leggermente concava e terminale retto. La valva inferiore si presenta più concava ed ha il terminale a becco di flauto. Tramite un comando a vite posto sul corpo del videomediastinoscopio le valve possono essere distanziate tra di loro esattamente come in un divaricatore autostatico (Fig. 6). In tal modo si possono divaricare le



**Fig. 5.** Videomediastinoscopio



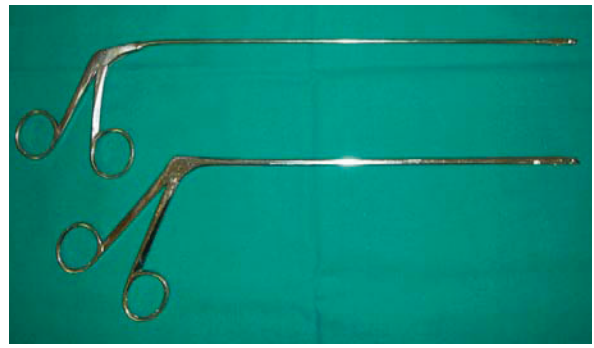
**Fig. 6.** Videomediastinoscopio. Particolare delle valve e dell'ottica

strutture anatomiche circostanti creando un vero e proprio piccolo campo operatorio. Al momento dell'introduzione del videomediastinoscopio le valve devono essere chiuse per favorire l'ingresso dello strumento attraverso l'incisione del giugulo.

Nella valva inferiore in posizione mediana è presente il canale luminoso. Questo ha un diametro di 5 mm ed è costituito da un contenitore cilindrico al cui interno sono collocate una serie di lenti separate da spazi aerei. In questi spazi il segnale luminoso si rifrange fino a raggiungere la sua porzione prossimale dove si trova l'oculare. In esso è racchiusa una lente che ci permette di magnificare l'immagine a decine d'ingrandimenti. Sempre nell'ottica è presente un canale al cui interno viaggia la luce proveniente dal generatore. Sul corpo centrale troviamo il raccordo tra il canale luminoso ed il cavo a fibre ottiche. All'estremità prossimale il corpo centrale si raccorda mediante l'oculare alla videocamera. Questo sistema fa sì che l'operatore non debba più guardare direttamente attraverso il mediastinoscopio in quanto l'immagine proveniente dall'ottica viene visualizzata e magnificata su un monitor a cinescopio oppure a LCD.

Le pinze da biopsia ci consentono di eseguire piccoli prelievi tissutali per uso istologico, hanno un calibro di 5 mm, possono essere monouso oppure sterilizzabili, hanno l'impugnatura a pistola senza un dispositivo di bloccaggio autostatico. Il morso è costituito da due branche contrapposte a forma di scodella, provviste o meno di dentellatura, al fine di raccogliere il materiale prelevato (Fig. 7).

L'aspiratore è uno strumento che ci permette di aspirare il fumo o il sangue che si raccoglie nel campo operatorio, tuttavia utilizzato per via smussa ed esercitando una lieve trazione sui tessuti può fungere da strumento dissestere nonché da elettrobiosturi. Si compone di un'impugnatura metallica a pistola connessa distalmente alla cannula metallica



**Fig. 7.** Pinze biotiche

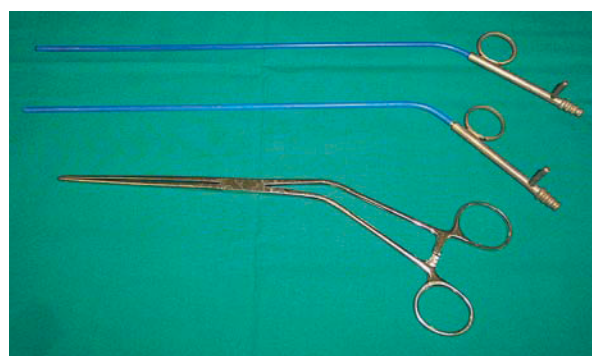
aspiratrice, rivestita di materiale plastico al fine di isolarla elettricamente. Quest'ultima ha una lunghezza di 25 cm circa, e prossimamente possiede un raccordo per il tubo di aspirazione ed un altro per l'elettificazione.

La pinza portatamponi può essere utilizzata per eseguire l'emostasi per compressione di piccoli vasi oppure per eseguire piccole dissezioni per via smussa sulle strutture anatomiche circostanti. È costituita da un'impugnatura a pistola e da un'estremità distale formata da due branche metalliche, provviste di un morso leggermente zigrinato che permette di serrare il tampone (Fig. 8).

## Tecnica chirurgica



La tecnica chirurgica come già premesso consente una espansione delle potenzialità diagnostiche della mediastinoscopia cervicale. Con il paziente in narcosi ed il capo in iperestensione la via d'acces-



**Fig. 8.** Aspiratore/coagulatore (in alto ed al centro) e pinza portatamponi (in basso)

so al mediastino è rappresentata dalla stessa minicervicotomia al giugulo (Fig. 9).

L'isolamento dei muscoli e l'incisione della fascia pretracheale consentono la creazione digitale di un tunnel pre e paratracheale attraverso il quale si introduce lo strumento mediastinoscopico che consente di divaricare leggermente in avanti e all'indietro le strutture anatomiche con la formazione di un vero e proprio campo operatorio (Fig. 10).

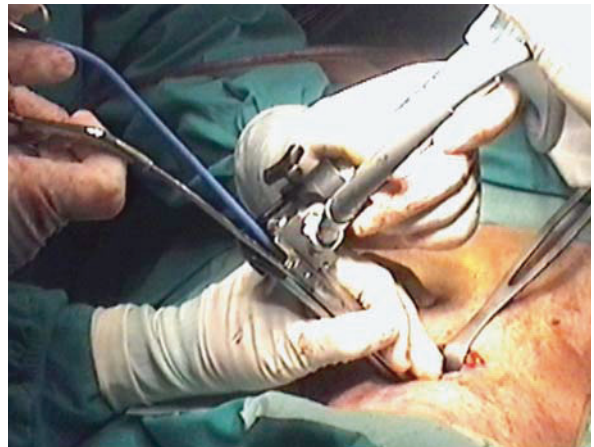
Nelle manovre digitali per creare il tunnel si ha modo anche di eseguire la palpazione degli elementi mediastinici individuando quelli normali e quelli patologici e soprattutto per quello che riguarda gli ultimi la possibilità di iniziarne l'isolamento e prepararli per il prelievo bioptico o l'asportazione. La corretta esecuzione di queste manovre favorisce il

prelievo riducendo di molto i rischi della metodica. Nella mediastinoscopia lo strumento più importante è sicuramente il dito indice della mano dell'operatore. La videocamera introdotta nel campo operatorio accuratamente illuminato da una sorgente luminosa a luce fredda consente di riportare su monitor l'immagine ingrandita e magnificata degli elementi anatomici del mediastino esplorabile (Fig. 11).

Tutto il prosieguo dell'indagine avviene sotto diretto controllo della visione su monitor. Individuato e separato l'elemento patologico previa esplorazione/puntura con ago al fine di escluderne la natura vascolare, si procede al prelievo bioptico da sottoporre immediatamente ad esame istologico estemporaneo (Fig. 12).



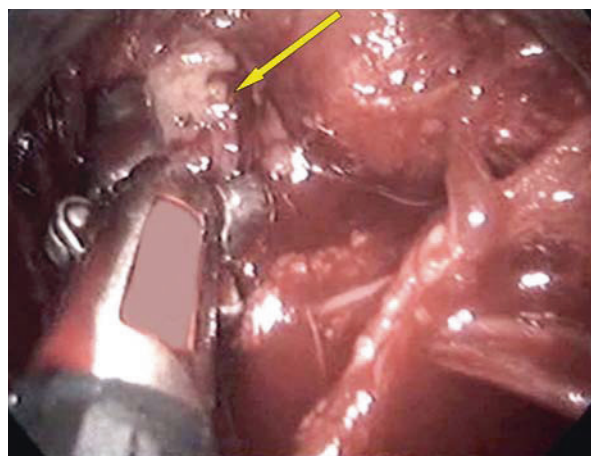
**Fig. 9.** Minicervicotomia al giugulo



**Fig. 11.** Introduzione del videomediastinoscopio attraverso la cervicotomia lungo il canale creato sulla fascia pre-tracheale



**Fig. 10.** Creazione per via digito-smussa di un tunnel sulla fascia pre-tracheale che permette l'introduzione del videomediastinoscopio



**Fig. 12.** Esecuzione di biopsie linfonodali multiple mirate (con la freccia viene indicata la sede di esecuzione)

In questo modo, ripetendo a volte il prelievo, si eliminano falsi negativi aumentando la sensibilità della metodica. L'elettrocoagulazione di eventuali piccoli focolai emorragici e l'aspirazione di liquido e fumo dal campo operatorio completano le potenzialità operative della tecnica (Fig. 13).

In certi casi resistenti l'emostasi può essere portata a termine per compressione diretta con piccolo batuffolo preconfezionato monouso. La sutura estetica della cute completa la metodica. In generale il mediastino non va sottoposto a drenaggio. La dimissione avviene nella 24 ore. Non si esegue profilassi antibiotica.

## Complicanze

Pur essendo un intervento chirurgico tecnicamente mininvasivo la mediastinoscopia cervicale non è scevra da complicanze con tassi di mortalità e morbidità riportati in letteratura rispettivamente di 0-0,3% e 1-2,3% [3]. Le emorragie per rottura di grossi vasi del mediastino (arteria anonima, arco

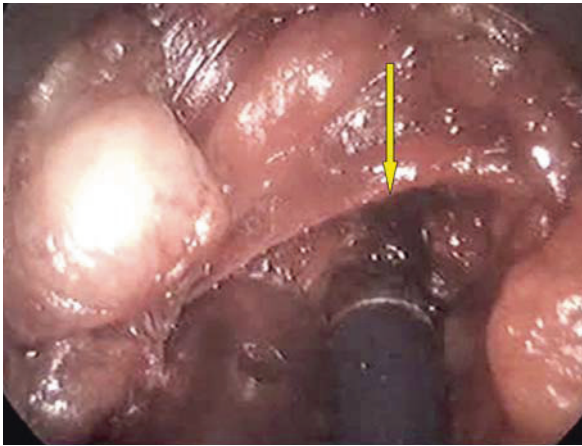
dell'aorta, arteria polmonare) costituiscono la principale causa di mortalità. Pneumotorace, lesione del nervo laringeo, rotture tracheo-bronchiali ed esofagee sono le altre complicanze riportate in letteratura.

Al fine di ridurre al minimo il rischio di tali gravi complicanze life-threatening è indispensabile un'accurata selezione dei pazienti. La presenza di grave sindrome della vena cava superiore, aneurismi dell'arco dell'aorta costituiscono controindicazioni assolute alla mediastinoscopia cervicale. In eguale maniera, la presenza di una tracheotomia impedisce tecnicamente l'accesso al mediastino per via cervicale. Pregresse cervicotomie ed in particolare pregresse irradiazioni mediastiniche rendono l'indagine estremamente indaginosa costituendo controindicazioni relative e la decisione deve essere presa caso per caso.

## Risultati e conclusioni

In una revisione dei lavori pubblicati in letteratura comprendente complessivamente 5687 pazienti sottoposti a mediastinoscopia cervicale per la stadiazione dell'N nel NSCLC pubblicata nel 2003 [5], si è registrata una sensibilità dell'81% (C.I. 76-85%) ed un valore predittivo negativo del 91% (range 58-97%). In tale analisi TTNA, EUS-FNA e la mediastinoscopia cervicale hanno riportato sensibilità paragonabili (Tab. 2).

Le metodiche mininvasive sono però utilizzate in pazienti con evidenza radiologica di linfadenomegalie mediastiniche (N2 clinici). Questo bias di selezione diminuisce la percentuale di falsi-negativi comportando un aumento della sensibilità. Al contrario, la mediastinoscopia, in alcuni centri, viene utilizzata nell'assenza di N2 clinico. Nonostante simili percentuali di sensibilità il valore predittivo negativo è superiore per la mediastinoscopia rispetto alle altre metodiche (91% vs 71-78%), comportando una maggiore accuratezza del risultato negativo.



**Fig. 13.** Coagulazione con elettrobisturi a sfera (con la freccia viene indicata la sede di esecuzione)

**Tabella 2.** Confronto dei risultati della diverse metodiche di stadiazione invasiva nel NSCLC. Da Detterbeck F et al. [2], modificato

	Sensibilità %	Specificità %	Falsi positivi %	Falsi negativi %	
Mediastinoscopia	81	100	0	9	N0-2 Clinici
TTNA	91	100	0	22	N2 Clinici
EUS-NA	88	91	2	23	N2 Clinici
TBNA	76	96	0	29	N2 Clinici

**Tabella 3.** Mediastinoscopia e VAM a confronto. Da Lavini et al. [8], modificato

Metodica	Visuale campo operatorio	Comodità di esecuzione	Sicurezza	Validità didattica e di training	Costo
Mediastinoscopia	++	+	++	+	+
VAM	+++	+++	+++	+++	+++

La mediastinoscopia ha inoltre l'indubbio vantaggio di ottenere biopsie di maggiori dimensione sulle quali sono possibili esami istologici ed eventuali caratterizzazioni immunoistochimiche. Pur con i limiti insiti nella tipologia degli studi analizzati (studi retrospettivi o prospettici non randomizzati), la mediastinoscopia cervicale tradizionale risulta essere la più efficace tecnica di staging invasivo per l'N nel NSCLC. Risultati leggermente inferiori si hanno nella caratterizzazione del T4 mediastinico ove la mediastinoscopia risulta essere leggermente inferiore alle metodiche mininvasive e quindi proponibile come esame di seconda scelta.

La videomediastinoscopia rappresenta l'evoluzione videoassistita della classica mediastinoscopia.

La tecnica oltre ad essere sicura, offre una visione operatoria magnificata, permette il concorso di tutta l'équipe all'intervento chirurgico ed ha uno straordinario valore didattico e di training. Solo recentemente in letteratura sono comparsi studi riguardanti esclusivamente la VAM [6, 7, 8], dai quali si evidenzia come l'applicazione video alla mediastinoscopia cervicale possa migliorare la sensibilità e la sicurezza della metodica [8] (Tab. 3).

## Bibliografia

1. Carlens E (1959) Mediastinoscopy A method for inspection and tissue biopsy in the superior mediastinum. *Dis Chest* 36:343-352
2. Detterbeck F, De Camp JR M, Kohman LJ et al (2003) Invasive staging. The guidelines. *Chest* 123:167S-175S
3. Pass HI (2005) Mediastinal staging 2005: pictures, scopes, and scalpels. *Semin Oncol* 32:269-278
4. Pop D, Venissac N, Leo F et al (2005) Video-assisted mediastinoscopy: a useful technique for paratracheal mesothelial cyst. *J Thorac Cardiovasc Surg* 129:690-691
5. Toloza EM, Harpole L, Detterbeck F et al (2003) Invasive staging of non-small cell lung cancer. A review of the current evidence. *Chest* 123:157S-166S
6. Venissac N, Alifano M, Moreaux J (2003) Video-assisted mediastinoscopy. Experience from 240 consecutive cases. *Ann Thorac Surg* 76:208-212
7. Marlin-Ucar AE, Chetty GK, Vaughan R et al (2004) A prospective audit evaluating the role of video-assisted cervical mediastinoscopy (VAM) as a training tool. *Eur J Cardiothoracic Surg* 28:393-395
8. Lavini C, Ruggiero C, Natali P, Morandi U (2002) Valutazione dell'N in corso di cancro broncopolmonare: mediastinoscopia versus videomediastinoscopia. Da Ferrante G, Loizzi M (eds). *Endoscopia Toracica. Attualità e prospettive*. De Nicola Editore, Napoli, pag 197

## Premesse

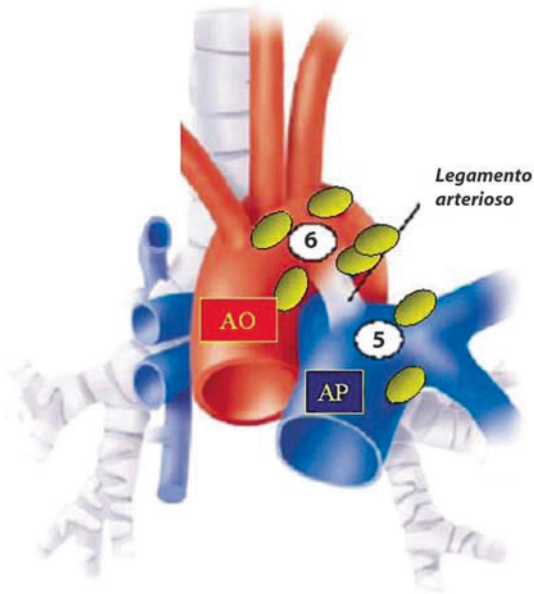
La mediastinoscopia anteriore fu descritta per la prima volta da McNeil e Chamberlain nel 1966 [1]. Nell'intenzione degli Autori, tale procedura chirurgica avrebbe dovuto costituire il completamento diagnostico ideale per la stadiazione linfonodale mediastinica operata con la mediastinoscopia transcervicale, andando a biopsiare i linfonodi delle stazioni aortopolmonare e mediastinica anteriore, non altrimenti raggiungibili. Nonostante le premesse, la mediastinoscopia anteriore non ebbe mai una grande diffusione, sia perché ritenuta a torto una metodica rischiosa, sia per l'introduzione ad opera di Ginsberg della mediastinoscopia transcervicale estesa nel 1987. Infine, in tempi più recenti, l'esplosiva diffusione della toracoscopia sembrava definitivamente relegare la mediastinoscopia anteriore tra gli interventi del passato. Da un esame attento però, risulta una procedura molto utile nel bagaglio tecnico del chirurgo toracico. Essa trova applicazione anche nella tipizzazione delle masse mediastiniche ed è proposta anche sul lato toracico destro.

Attualmente la mediastinoscopia anteriore si pone in alternativa alla toracoscopia ed alla mediastinoscopia transcervicale estesa. Rispetto a quest'ultima, è meno indaginosa nell'esecuzione nonché meno rischiosa. Infatti la mediastinoscopia transcervicale estesa prevede il passaggio del mediastinoscopio tra i rami del tronco arterioso brachiocefalico, manovra a rischio di lesione vascolare e fonte di possibile embolia cerebrale. Infine, anche i nervi ricorrente e frenico sono a rischio di lesione. Una metanalisi [2] condotta su 14 studi relativi all'attendibilità della mediastinoscopia transcervicale riporta una sensibilità del 81%, mentre i 2 studi condotti sulla mediastinoscopia transcervicale estesa raggiungono una sensibilità del 72%, ed i 2 studi che associano mediastinoscopia anteriore e mediastinoscopia transcervicale dimostrano una sensibilità dell'87%. La superiorità della mediastinoscopia anteriore non è per ora inficiata dall'avvento della toracoscopia. Peraltro, la toracoscopia si rivela utile quando si

debbano biopsiare i linfonodi delle stazioni paraesofagee e del legamento polmonare, oltre che aortopolmonari e mediastiniche anteriori. Inoltre la toracoscopia prevede l'uso del tubo endotracheale a doppio lume per ottenere l'esclusione del polmone sinistro durante la conduzione dell'anestesia, manovre non necessarie per la mediastinoscopia anteriore. Si deve aggiungere che tutti gli studi ad oggi condotti non tengono conto delle informazioni attualmente ottenibili con la PET: quest'ultima indagine sembra aver cambiato l'atteggiamento degli operatori nei confronti della stadiazione rendendola "mirata" sul singolo linfonodo sospetto [3]. La scelta dell'indagine appropriata per lo staging preoperatorio di un determinato paziente affetto da tumore polmonare deve tener conto delle eventuali comorbidità, del livello di sospetto della singola stazione linfonodale, delle condizioni anatomiche individuali e della disponibilità ed esperienza dei singoli centri nell'offrire le diverse indagini strumentali: per questi motivi la mediastinoscopia anteriore merita uno spazio non secondario tra le tecniche di stadiazione invasiva del mediastino.

## Cenni anatomici

Il mediastino è definito come lo spazio compreso tra lo stretto toracico superiore ed il diaframma, limitato lateralmente dalle pleure destra e sinistra. La zona interessata alla procedura chirurgica in oggetto è l'angolo supero-anteriore sinistro di detto spazio. Il bordo sinistro del manubrio sternale protegge, e generalmente sopravanza lateralmente, la proiezione cutanea degli organi mediastinici; tale bordo riceve le inserzioni delle prime coste sinistre e della clavicola. Il secondo spazio intercostale, l'inserzione della seconda costa ed il terzo spazio intercostale ricoprono esattamente le stazioni linfonodali oggetto della manovra: stazione aortopolmonare o subaortica [4] o numero 5 e stazione mediastinica anteriore o para-aortica [4] o numero 6 (Fig. 1).



**Fig. 1.** Rappresentazione schematica della posizione delle stazioni linfonodali aortopolmonare (n° 5) e mediastinica anteriore (n° 6)

Importanti strutture vascolari delimitano le stazioni interessate, in primo luogo l'aorta: il tratto ascendente, l'arco aortico e la partenza della carotide e della succlavia sinistre costituiscono, in ordine caudo-craniale, la parete laterale dello spazio virtuale all'interno del quale si trovano le strutture che andranno biopsiate. L'arteria polmonare comune, parallela all'aorta ascendente, si trova in un piano più profondo ed immediatamente alla sua sinistra; alla biforcazione il ramo destro passa sotto l'arco aortico mentre il ramo sinistro si porta lateralmente e obliquamente posteriore, venendo a formare il piano posteriore dello spazio di manovra. Poco dopo la sua origine, l'arteria polmonare sinistra è collegata con la faccia caudale dell'arco aortico tramite il legamento arterioso (dotto di Botallo). Nello spazio virtuale che abbiamo descritto, considerando che la parete laterale è rappresentata dalla pleura mediastinica sinistra, corrono due importanti strutture nervose, il nervo vago ed il nervo frenico sinistri. Le due strutture si incrociano esattamente nella parte più craniale dello spazio di manovra, ovvero all'origine della carotide e succlavia sinistre dall'arco aortico. Il nervo frenico si porta decisamente in avanti e caudalmente attraversando a metà l'arco aortico e la finestra aorto-polmonare, correndo poi anteriormente all'arteria polmonare sinistra. Il nervo vago, provenendo cranialmente dalla fascia della carotide sinistra, incrocia il nervo frenico ed at-

traversa l'arco aortico posteriormente rispetto a quest'ultimo nervo. Prima di abbandonare l'arco aortico e portarsi caudalmente passando posteriormente all'arteria polmonare sinistra, il vago da origine all'importante nervo ricorrente che passa sotto l'arco aortico, posteriormente al legamento arterioso per poi risalire parallelo alla trachea.

La stazione linfonodale mediastinica anteriore è piuttosto superficiale, adagiata lateralmente sull'aorta ascendente ed il tratto anteriore dell'arco aortico. La stazione aortopolmonare è più profonda ed occupa la cosiddetta "finestra aorto-polmonare", ovvero lo spazio tra l'arco aortico e la biforcazione dell'arteria polmonare comune. Il legamento arterioso rappresenta il limite tra le due stazioni.

### Indicazioni alla mediastinoscopia anteriore

La mediastinoscopia anteriore è indicata per la macro-biopsia dei linfonodi mediastinici delle stazioni aortopolmonare e mediastinica anteriore. Nello staging tradizionale del tumore polmonare completa la mediastinoscopia cervicale o si pone in alternativa alla mediastinoscopia cervicale estesa. L'attuale orientamento degli Autori è frutto dello studio combinato TAC-PET: stazioni linfonodali negative per secondarismi sia sotto il profilo morfologico-dimensionale sia metabolico, molto difficilmente potranno rivelarsi poi sede di metastasi all'esame istologico [5]. Mentre, al contrario, stazioni linfonodali aumentate di dimensioni e/o positive alla PET possono essere sede sia di secondarismi sia di processi infiammatori [6]. Da queste considerazioni nasce la convinzione che è da ritenersi utile l'accertamento bioptico mirato delle stazioni linfonodali sospette, mentre perde significato l'esplorazione routinaria e sistematica di tutte le stazioni linfonodali mediastiniche indipendentemente dalle loro condizioni dimensionali e/o metaboliche. Questo moderno concetto di stadiazione del cancro polmonare restituisce dignità alla mediastinoscopia anteriore come metodica chirurgica autonoma, atta a biopsiare con intento mirato le stazioni linfonodali aortopolmonare e mediastinica anteriore.

Collateralmente si può aggiungere che la mediastinoscopia anteriore trova indicazione anche nella biopsia delle masse mediastiniche quando la mediastinoscopia transcervicale o la toracoscopia non sono indicate.

Infine, va ricordato che la mediastinoscopia anteriore può essere eseguita anche a destra per la bio-

psia delle stazioni linfonodali paratracheali destre alte e basse (2R e 4R) o delle masse mediastiniche, quando altre metodiche invasive non trovano indicazione.

## Vie di accesso e tecnica chirurgica



Il paziente è posto in decubito supino, con un piccolo rotolo sotto le spalle ed il collo esteso. L'operatore deve porsi alla sinistra del paziente mentre l'aiuto si posizionerà a destra. Il campo operatorio deve comprendere il giugulo e l'apofisi ensiforme in modo che questi possano essere usati come punti di reperi. Il campo operatorio deve spingersi lateralmente a sinistra fino alla linea ascellare media in modo da poter agevolmente posizionare un drenaggio pleurico se questo si dovesse rendere necessario.

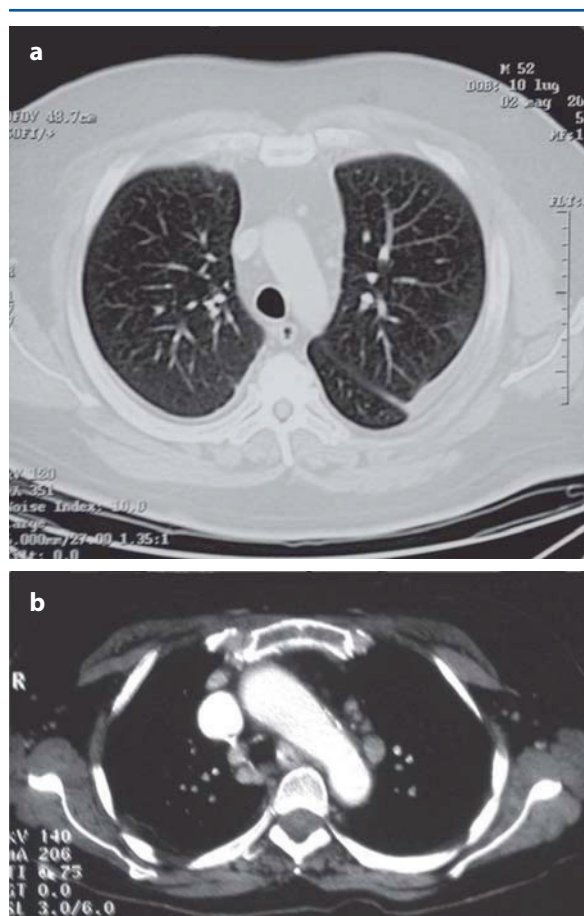
Qualunque mediastinoscopio può essere utilizzato con successo ma è consigliabile servirsi di un "videomediastinoscopio"; in alternativa, si potrà utilizzare una piccola ottica da 5 mm posta manualmente all'interno di un normale mediastinoscopio.

Si praticherà un solo accesso al secondo spazio intercostale sinistro o al terzo spazio se lo studio della TAC suggerirà una situazione anatomica raggiungibile più favorevolmente da un accesso più caudale.

L'anestesia generale con tubo oro-tracheale a lume singolo è la procedura anestesiológica consigliata.

L'esame della TAC del torace permette la verifica di un accesso diretto al tessuto adiposo mediastinico sotto la porzione più mediale del secondo spazio intercostale sinistro. Nel caso frequente in cui s'interponga del tessuto polmonare tra la parete toracica e gli organi mediastinici di nostro interesse, può essere utile infiltrare i tessuti muscolari con circa 20 cc di soluzione fisiologica, nel tentativo di scollare la pleura e creare artificialmente lo spazio necessario per raggiungere il mediastino senza violare la pleura (Fig. 2 a, b).

Si pratica un'incisione orizzontale di 2-3 cm sul bordo laterale dello sterno a livello del secondo spazio intercostale. Divaricate le fibre del muscolo gran pettorale si raggiungono i muscoli intercostali. Restando a ridosso del margine sternale, con cautela si divaricano le fibre dei muscoli intercostali fino a poter infilare un dito al di sotto del margine sternale nel grasso mediastinico. I vasi mammari si verranno a trovare lateralmente e non sarà necessaria la loro legatura e sezione. Nel caso in cui pleura e polmone s'interpongano tra muscoli intercostali e grasso mediastinico, dopo la citata infiltrazione,



**Fig. 2.** Risulta agevole raggiungere lo spazio mediastinico anteriore, considerata la favorevole disposizione del tessuto adiposo retrosternale (a). È indicata la preventiva infiltrazione dei tessuti muscolari con soluzione fisiologica e la cauta mobilizzazione laterale della pleura (b)

sarà necessario procedere con pazienza con un batuffolo umidificato, scollando la pleura dalla faccia posteriore dello sterno fino a lateralizzarla quel tanto che basta per poter introdurre il dito.

Una volta guadagnato lo spazio mediastinico, l'intervento proseguirà con una fase cieca durante la quale con un dito si esplorerà il grasso mediastinico procedendo posteriormente. Si deve individuare l'arco aortico, l'aorta ascendente e la stazione linfonodale mediastinica anteriore. A questo punto si potrà inserire il videomediastinoscopio, e, sotto visione diretta biopsiare i linfonodi.

Assicurata l'adeguatezza del campione raccolto, ed un'accurata emostasi, sarà possibile estrarre il videomediastinoscopio senza lasciare in sede alcun drenaggio. In caso d'emostasi non completamente sicura si posizionerà un drenaggio aspirativo,

mentre se si sospetta l'apertura accidentale della pleura sarà opportuno posizionare un drenaggio a valvola ad acqua.

La sutura a strati dei piani muscolari e della cute completa l'intervento. È consigliabile eseguire al termine dell'intervento una radiografia del torace per verificare l'assenza di pneumotorace. La dimissione del paziente può avvenire generalmente il giorno successivo all'intervento.

## Complicanze

Le complicanze possibili sono legate a lesioni vascolari o nervose.

È piuttosto improbabile che si possa procurare una lesione dell'aorta data la sua robustezza, mentre una certa attenzione deve essere posta a non praticare lesioni dell'arteria polmonare con la pinza da biopsia. A questo proposito, è buona norma esplorare la zona bersaglio con un ago di Chiba prima di eseguire le biopsie.

Le lesioni del nervo frenico sono teoricamente possibili ma la conoscenza anatomica del suo decorso le rende improbabili.

## Conclusioni

La videomediastinoscopia anteriore è una procedura chirurgica che conserva la sua importanza

nella stadiazione linfonodale del tumore polmonare, soprattutto grazie ai nuovi concetti di stadiazione introdotti dall'uso della PET. L'intervento è delicato ma semplice, richiede un ricovero brevissimo e non lascia strascichi dolorosi nevralgici. Generalmente non necessita di drenaggi e la procedura anestesologica è semplificata dall'uso di un tubo oro-tracheale a lume singolo. In conclusione, la videomediastinoscopia anteriore deve essere parte integrante del bagaglio tecnico del chirurgo toracico.

## Bibliografia

1. McNeil TM, Chamberlain JM (1966) Diagnostic anterior mediastinoscopy. *Ann Thorac Surg* 22:260
2. Toloza EM, Harpole L, Detterbeck F et al (2003) Invasive staging of non-small cell lung cancer, a review of the current evidence. *Chest* 157s-166s
3. Nosotti M, Castellani M, Longari V et al Staging non-small lung cancer with positron emission tomography: diagnostic value, impact on patient management and cost-effectiveness. *Int Surg (in press)*
4. Naruke T, Suemasu K, Ishikawa S (1978) Lymph node mapping and curability at various levels of metastasis in resected lung cancer. *J Thorac Cardiovasc Surg* 76:832
5. Dwamena BA, Sonnad SS, Angobaldo JO et al (1999) Metastases from non-small cell lung cancer: mediastinal staging in the 1990s-meta-analytic comparison of PET and CT. *Radiology* 213:530-536
6. Steinert HC, Hauser M, Allemann F et al (1997) Non-small cell lung cancer: nodal staging with FDG PET versus CT with correlative lymph node mapping and sampling. *Radiology* 202:441-446

## Premesse

L'esperienza chirurgica acquisita nel trattamento in videotoroscopia (VATS) della patologia pleurica e polmonare ed il miglioramento della strumentazione endoscopica, hanno contribuito al progressivo utilizzo diagnostico e terapeutico della chirurgia mininvasiva videoassistita anche nella patologia mediastinica. L'approccio videotoroscopico permette l'esplorazione ottimale dell'intera pleura mediastinica oltre ad una migliore caratterizzazione rispetto alle metodiche di imaging dei rapporti tra le neoformazioni mediastiniche e le strutture attigue. Attualmente in molti centri specialistici di chirurgia toracica la VATS costituisce la metodica di prima scelta nella diagnosi differenziale di numerose patologie mediastiniche. Di più recente introduzione è l'utilizzo della VATS a scopo terapeutico nella patologia cistica del mediastino e per alcuni tumori benigni. In tale capitolo si esaminerà il ruolo diagnostico della VATS nella diagnosi differenziale

delle masse mediastiniche ed il suo utilizzo nell'asportazione delle lesioni cistiche benigne. Si rimanda ad altri capitoli di questo volume la trattazione del ruolo della VATS nello staging linfonodale mediastinico, nel trattamento dei tumori neurogeni del mediastino, nella patologia timica ed il ruolo della videomediastinoscopia (VAM).

## Diagnosi delle neoplasie maligne del mediastino in videotoroscopia

Le neoplasie del mediastino rappresentano circa l'1% di tutte le neoplasie maligne [1]. La tradizionale suddivisione del mediastino in tre compartimenti (anteriore, viscerale e posteriore) presenta un'utilità clinico-diagnostica, in quanto specifiche forme istologiche si localizzano più frequentemente in uno dei tre compartimenti, pur potendo riscontrarsi in più distretti (Tab. 1).

**Tabella 1.** Localizzazioni preferenziali delle principali neoplasie solide del mediastino

<i>Mediastino Anteriore</i>	<i>Mediastino Viscerale</i>	<i>Mediastino Posteriore</i>
Timomi	Linfomi	Tumori neurogeni
Linfomi	• Hodgkin	• Neurinomi
• Hodgkin	• Non Hodgkin	• Schwannomi
– Sclerosi Nodulare°	Malattia di Castelman	• Schwannomi maligni
• Non Hodgkin	Paragangliomi	• Neuroblastomi
– Linfoblastico a cellule T°		• Ganglioneuromi
– Mediastinico a grandi cellule B°		• Ganglioneuroblastomi
Tumori a Cellule Germinali		Paragangliomi
• Teratomi		
• Seminomi		
• Non seminomatosi		
– Carcinoma embrionario		
– Coriocarcinoma		
– Tumore del sacco vitellino		
– Teratocarcinoma		
Gozzi retrosternali		
Adenomi paratiroidi ectopici		
Tumori mesenchimali		

° Sottotipi più frequentemente riscontrati in mediastino

Un corretto iter diagnostico in presenza di una neoformazione mediastinica prevede l'integrazione di dati clinici, parametri bioumorali, metodiche di imaging, tecniche biottiche mininvasive e biopsie chirurgiche. La presenza di sintomatologia riferibile ad infiltrazione delle strutture mediastiniche (sindrome della vena cava superiore, dolore toracico severo, versamento pleurico, disfonia, ecc.) e/o la presenza di caratteristiche di imaging suggestive di una neoplasia maligna non asportabile chirurgicamente (infiltrazione delle strutture vascolari del mediastino, trachea, esofago, ecc.) costituiscono indicazioni ad una verifica biottica.

Unica eccezione può essere costituita dalla presenza di una massa nel mediastino anteriore, in soggetto di giovane età e sesso maschile, associata all'aumento di specifici markers neoplastici ( $\alpha$ -feto-proteina e  $\beta$ HCG). Tale situazione risulta essere diagnostica di un tumore a cellule germinali di tipo non seminomatoso che generalmente non richiede conferma biottica. Alcuni autori ritengono comunque necessaria la caratterizzazione istologica al fine di valutare l'eventuale presenza di tumori germinali misti (seminomatosi e non seminomatosi) che necessitano di provvedimenti terapeutici differenziati [2].

Alcuni autori hanno dimostrato l'efficacia e la sicurezza degli agoaspirati ecoguidati o sotto guida TAC nella diagnosi delle masse del mediastino [3]. Il principale limite di tali metodiche mininvasive è l'impossibilità di ottenere campioni biottici di cospicue dimensioni, che in caso di patologia linfoproliferativa, risultano indispensabili per una corretta diagnosi differenziale che richiede analisi immunoistochimiche e genetiche su materiale biottico non fissato in formalina.

Le biopsie chirurgiche costituiscono ancora lo strumento più affidabile e spesso insostituibile per una precisa diagnosi istologica delle neoplasie del mediastino. In tale contesto, la VATS e la mediastinoscopia videoassistita (VAM) hanno gradualmente sostituito metodiche biottiche tradizionali "a cielo aperto" (mediastinotomie e toracotomie diagnostiche) per la diagnosi delle masse mediastiniche [4-7]. La VATS permette un'ottima visualizzazione dell'intero mediastino con accesso a tutte le diverse aree. I rapporti anatomici tra la neoplasia e le strutture mediastiniche compresse od infiltrate, risultano meglio definiti dall'immagine endoscopica magnificata. La qualità del campione biottico è paragonabile a quella ottenuta con metodiche tradizionali "a cielo aperto". Il minore stress chirurgico per il paziente si traduce in un minor dolore ed una ridotta degenza postoperatoria. Diversi lavori in letteratura hanno confrontato le diverse tecniche chirurgiche utilizzate nella diagnosi del-

la patologia neoplastica del mediastino. Gossot e colleghi hanno dimostrato un'eguale efficacia diagnostica tra mediastinoscopia tradizionale e videotoracosopia [8]. Furrer e colleghi, confrontando mediastinoscopia tradizionale, mediastinotomia anteriore e videotoracosopia, hanno registrato una sensibilità diagnostica del 100% per la VATS contro l'88% delle altre due tecniche [9]. Callejas, Rendina e Solaini hanno confermato tali risultati [10-12]. Non esistendo studi prospettici randomizzati di confronto, l'efficacia delle diverse metodiche finisce per risentire della preferenza del singolo autore. Sulla base delle evidenze presenti si può comunque affermare che le metodiche video assistite (VATS e VAM) costituiscano le metodiche di prima scelta nella diagnosi delle masse del mediastino.

Al pari di altri autori riteniamo la VAM indicata in caso di massa del mediastino superiore preferenzialmente in regione paratracheale destra. La mediastinotomia trova indicazione esclusivamente per masse del mediastino che aggettano direttamente alla parete toracica anteriore. In tutti gli altri casi, ed in particolare quando le lesioni da biopsiare sono multifocali riteniamo la VATS metodica di prima scelta.

Le biopsie chirurgiche di neoplasie mediastiniche costituiscono comunque procedure potenzialmente pericolose con tassi di mortalità non trascurabili (da 3% a 12%) [4-7]. L'intensa vascolarizzazione delle neoplasie maligne e la presenza di masse di grosse dimensioni infiltranti le strutture vascolari mediastiniche ed il polmone, aumentano il rischio di gravi emorragie e devono indurre il chirurgo a convertire, se necessario, l'intervento endoscopico in una toracotomia. Le emorragie dall'area di biopsia costituiscono la principale causa di conversione toracotomica. Altre cause di impossibilità all'esecuzione di una biopsia endoscopica sono le tenaci aderenze pleuro-polmonari e le grosse dimensioni della massa mediastinica che rendono tecnicamente impossibile l'accesso al cavo pleurico o il movimento degli strumenti endoscopici. La percentuale di conversione toracotomica per biopsie di masse mediastiniche è circa del 10-15% [4-7]. Ancor più che per altri interventi endoscopici, le biopsie delle neoplasie mediastiniche devono essere eseguite da chirurghi con esperienza di chirurgia tradizionale.

Possibile complicanza delle biopsie incisionali chirurgiche è la disseminazione neoplastica a seguito delle manovre chirurgiche. Tale rischio non è assente con l'approccio videotoracoscopico. Fry e colleghi hanno riportato un caso di metastasi pleuriche ed alla porta toracoscopica di un timoma a seguito di biopsia incisionale [13]. Le biopsie chirur-

giche devono quindi essere riservate a neoplasie la cui prognosi non risulta essere alterata dall'eventuale disseminazione neoplastica quali le neoplasie linfoproliferative e le neoplasie maligne oltre i limiti chirurgici. Per tal motivo, in caso di neoplasie mediastiniche tecnicamente resecabili, vi è indicazione all'esecuzione diretta di un intervento chirurgico exeretico senza una preventiva conferma biotica. La possibilità delle disseminazione neoplastica a livello della porta toracoscopica può essere teoricamente ridotta dall'utilizzo di una endobag in caso di estrazione di campioni biotici di dimensioni cospicue.

### Trattamento delle lesioni cistiche del mediastino in videotoroscopia

Le lesioni cistiche del mediastino ricoprono dal 20% al 32% di tutte le neoformazioni mediastiniche [1]. La maggior parte di queste sono di origine congenita. Pur essendo frequentemente riportate in età infantile e nell'adolescenza, in più della metà dei casi vengono diagnosticate nell'età adulta [1]. Le lesioni cistiche vengono generalmente classificate in base alla loro eziologia (Tab. 2).

Le *cisti broncogene* (Fig. 1) sono le lesioni cistiche di più frequente riscontro nell'adulto, coprendo circa il 60% delle lesioni cistiche, ed il 18% delle lesioni mediastiniche [1]. Sono il risultato di un'anormale divisione dell'intestino primitivo per cui, in associazione alle cisti esofagee costituiscono le *cisti enterogene*. Generalmente sono uniche, di forma sferica, saltuariamente possono essere multiloculate ed ancor più raramente multiple. La lo-

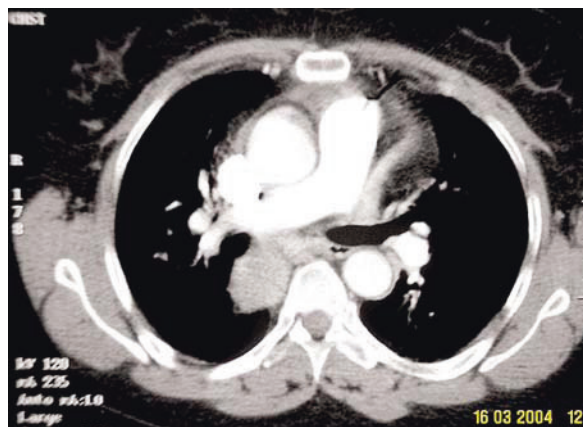


Fig. 1. Cisti broncogene

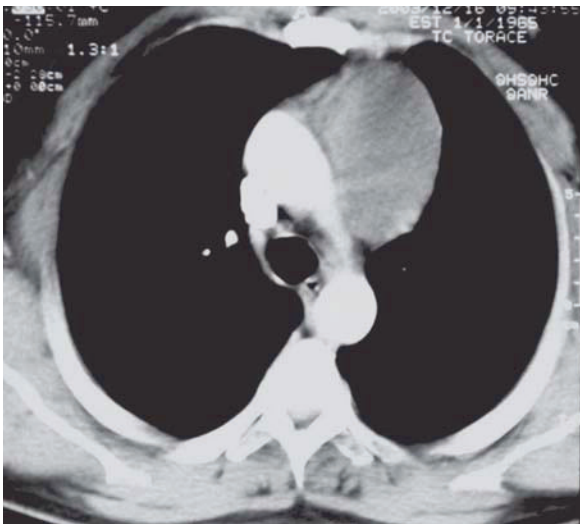
calizzazione preferenziale è nel mediastino viscerale a contatto con l'albero tracheo-bronchiale con il quale presenta una comunicazione in una piccola percentuale di casi. Il 23% sono al di sopra del piano carenale mentre il 77% sono a livello carenale o nel mediastino inferiore [14]; Maier ha proposto una suddivisione delle cisti broncogene in 5 gruppi in base alla loro localizzazione (paratracheali, carenali, ilari, paraesofagee e miscellanee) [15]. Pur essendo frequentemente asintomatiche, la maggioranza dei pazienti trattati in modo conservativo diventano sintomatici col passare del tempo. I sintomi più frequenti sono la conseguenza dell'azione compressiva sulle strutture contigue. Nel 27% circa dei casi le cisti broncogene vanno incontro a complicanze di cui la più frequente è la sovrainfezione senza segni di fistola con le vie aeree [14].

Le cisti mesoteliali, di cui le *cisti pleuro-pericardiche* costituiscono le lesioni di più frequente riscontro rappresentano il 5-10% delle lesioni mediastiniche [1]. Sono il risultato di anomalo sviluppo del celoma pericardico. Sono solitamente diagnosticate nella IV-V decade di vita. Classicamente sono localizzate nell'angolo pericardio-frenico di destra (51-70%), più raramente si riscontrano in altre sedi quali l'angolo pericardio-frenico di sinistra (22-38%) o nel mediastino posteriore (8-11%). Generalmente asintomatiche, il 20% della cisti pleuro-pericardiche possono provocare dispnea, associarsi a dolore toracico. Più raramente rispetto alle cisti broncogene vanno incontro a complicanze [15].

Di più raro riscontro sono i *linfangiomi cistici* (1% delle lesioni mediastiniche nell'adulto) (Fig. 2) [1]. Sono frequentemente localizzati nel mediastino anteriore o viscerale pur potendosi presentare anche nei solchi paravertebrali. Sono considerate delle malformazioni su base congenita del tessuto

**Tabella 2.** Classificazione delle lesioni cistiche del mediastino

- Cisti ad origine mesoteliale
  - Cisti pleuropericardiche
  - Cisti mesoteliale semplice (pleurica)
- Cisti ad origine dall'intestino primitivo
  - Cisti broncogene
  - Cisti esofagee (duplicazioni esofagee)
  - Cisti neuroenteriche
- Cisti di origine linfatica
  - Linfangioma Cistico
  - Cisti del dotto toracico
- Cisti timiche
- Cisti dermoide (teratoma cistico)
- Cisti tiroidee
- Cisti paratiroidee



**Fig. 2.** Linfangioma cistico

linfatico. Costituiscono generalmente riscontri radiologici occasionali. Possono essere sintomatiche in caso di compressione delle strutture attigue. Peculiare sebbene rara è la presenza di chilotorace postoperatorio.

L'indicazione all'asportazione chirurgica delle cisti mediastiniche rimane controversa. Alcuni Autori ritengono indicata l'asportazione chirurgica solo in caso di sintomatologia o nel sospetto di lesione maligna, altri Autori raccomandano sempre l'asportazione chirurgica al fine di prevenire le complicanze. In caso di lesione cistica benigna l'asportazione radicale costituisce il trattamento definitivo.

La videotoroscopia è stata proposta nel trattamento chirurgico delle lesioni cistiche del mediastino per la prima volta nel 1991 [16]. Pur esistendo pochi lavori in letteratura e con un scarso numero di pazienti, i risultati soddisfacenti in termini di morbilità e la bassa frequenza di recidive riportate da tali autori, inducono a considerare la VATS un efficace strumento nel trattamento delle cisti mediastiniche [17-19]. La percentuale di conversione toracotomica è variabile dallo 0-30% ed è principalmente correlata alla presenza di tenaci aderenze tra la cisti e strutture polmonari e mediastiniche circostanti [17-19]. Per tal motivo è fondamentale lo studio TAC delle lesioni cistiche del mediastino, non solo per escludere caratteristiche morfologiche suggestive di malignità, ma per meglio caratterizzare i rapporti con le strutture attigue. Le dimensioni della cisti non costituiscono generalmente una limitazione all'approccio toracoscopico. In caso di cisti di grandi dimensioni l'asportazione viene fatta precedere dalla svuotamento del-

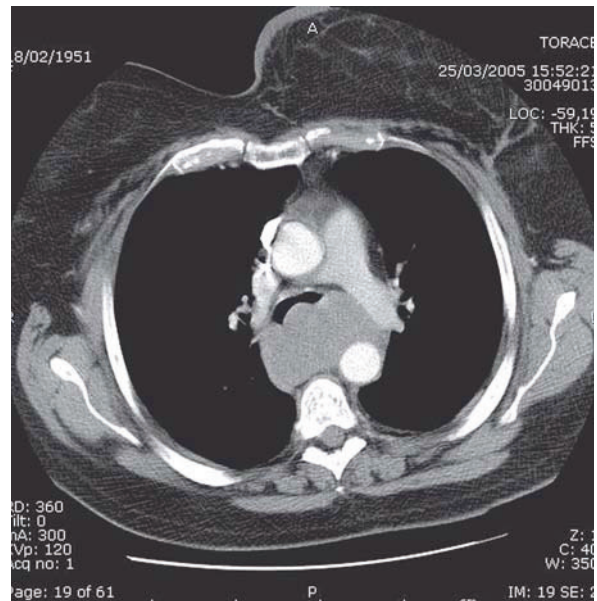
la cisti. Alcuni autori ritengono tale manovra non corretta in quanto i rapporti tra la base della cisti e le strutture circostanti vengono ad essere alterati aumentando il rischio di resezioni non radicali [20]. La percentuale di recidive riportata dai vari Autori in letteratura dopo asportazione toracoscopica è comunque sovrapponibile a quella ottenuta con approccio toracotomico ed è tendenzialmente nulla [17-19].

## Accessi e tecnica chirurgica



L'intervento chirurgico in videotoroscopia per patologia mediastinica viene eseguito in anestesia generale con intubazione orotracheale con tubo a doppio lume al fine di poter escludere selettivamente il polmone dal lato operativo. La presenza di masse del mediastino viscerale inglobanti la trachea con conseguente riduzione del calibro (Fig. 3), possono rendere impossibile il posizionamento di un tubo oro-tracheale a doppio lume impedendo il ricorso ad un approccio videotoracoscopico.

Il paziente viene posizionato in decubito laterale con l'arto superiore sollevato anteriormente ("praying position"). Il letto chirurgico viene leggermente abbassato a livello del capo e degli arti



**Fig. 3.** Massa del mediastino viscerale che comprime la trachea a livello carenale. In tal caso, l'impossibilità di intubazione orotracheale con tubo a doppio lume rende impossibile l'esecuzione di un approccio videotoracoscopico

inferiori ottenendo una maggior angolazione a livello del torace. In tal modo si ottiene un'ottimale divaricazione degli spazi intercostali e l'abbassamento della cresta iliaca. Tale posizione permette una completa rotazione a 360° degli strumenti endoscopici.

La posizione dell'operatore varia in relazione alla sede della lesione da trattare al fine di poter avere la neof ormazione mediastinica sempre di fronte. In caso di neof ormazioni mediastiniche anteriori l'operatore è posizionato posteriormente al malato mentre si posizionerà di fronte al malato in caso di lesioni situate nel mediastino posteriore.

Si utilizzano solitamente i 3 accessi toracoscopici tradizionali, la cui disposizione varia in relazione alla sede della lesione mediastinica. Nella Ta-

bella 3 sono riportate le sedi delle porte toracoscopiche utilizzate per le biopsie della neoplasie mediastiniche in relazione alla loro sede.

Le Figure 4, 5, 6 rappresentano esempi di "triangolazioni" toracoscopiche utilizzate nelle biopsie di neoplasie mediastiniche dei diversi distretti.

Per le videotoroscopie diagnostiche solitamente si utilizzano incisioni di 7 mm, per il videotorascopio (ottica da 5 mm) e per le pinze da presa e per le pinze bioptiche. In caso si utilizzi un retrattore endoscopico si allarga un'incisione a 12 mm. Le suturatrici meccaniche endoscopiche che si possono rendere necessarie nella resezione del peduncolo di lesioni cistiche possono essere introdotte attraverso porte di 12 mm (Endo GIA 35 mm®) o 15 mm (Endo GIA 45 mm®).

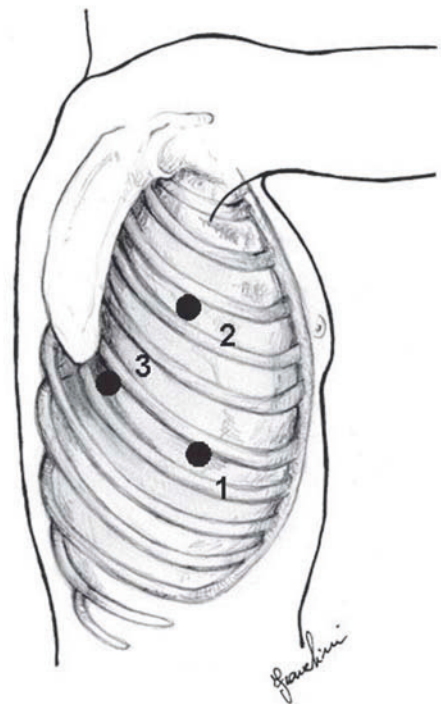
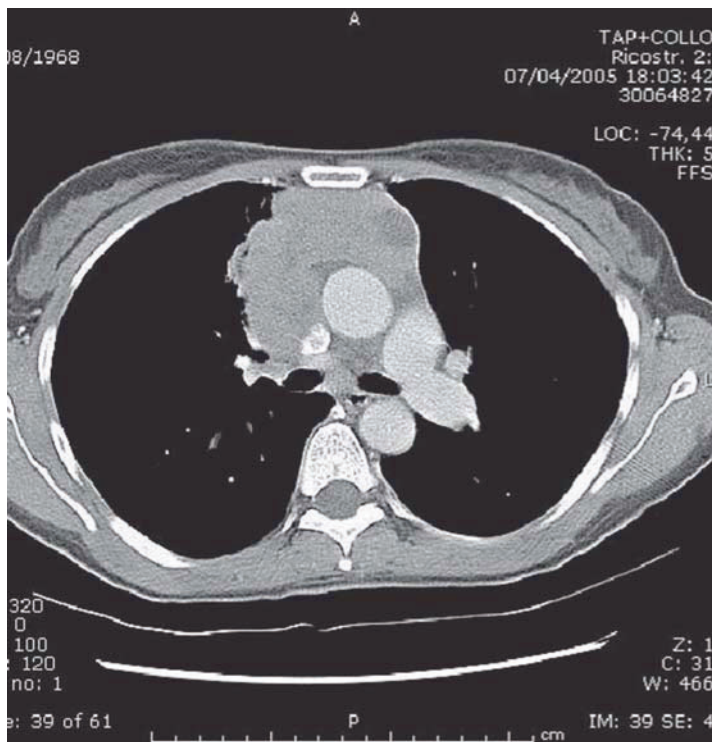
**Tabella 3.** Posizionamento delle porte videotoracoscopiche nella biopsia di neoplasie mediastiniche

Sede della Neoplasia	Torascopio	Pinza da presa o retrattore	Pinza bioptica
Anteriore	5/6 LAM	2/3 LAM	5/6 LAP
Posteriore	5/6 LAM	4/6 LAA	2 LAA
Viscerale	5/6 LAM	5 LAA	3 LAP

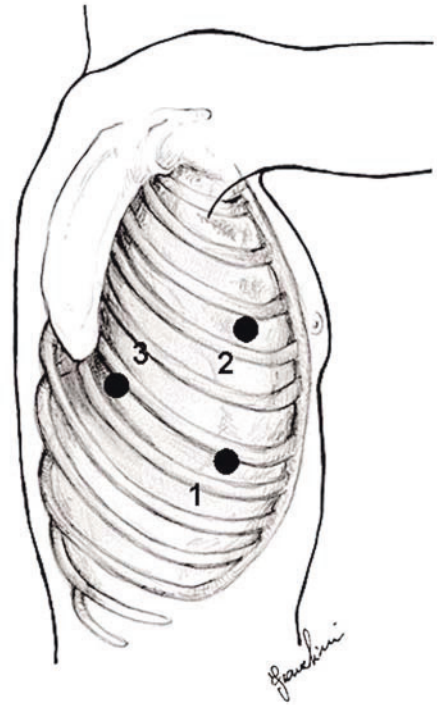
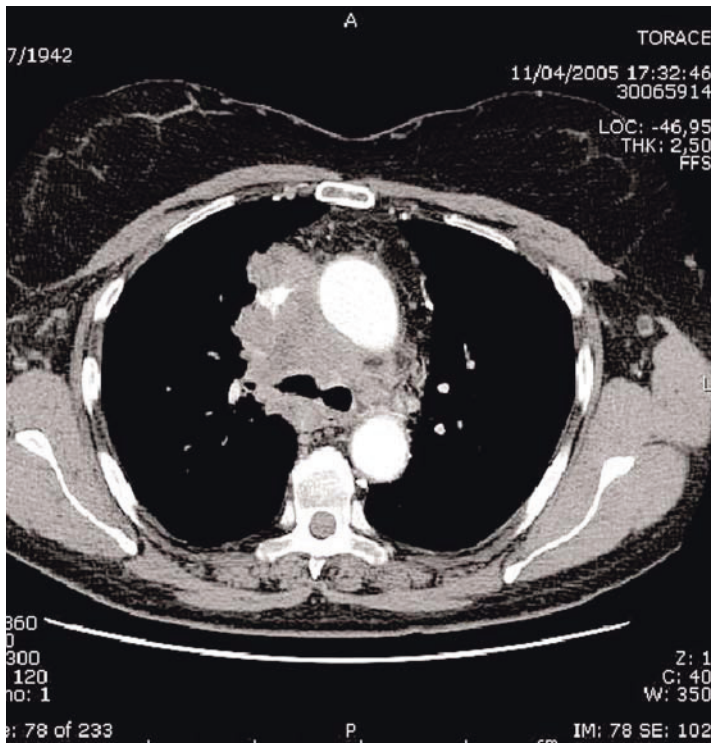
LAA: linea ascellare anteriore

LAM: linea ascellare media

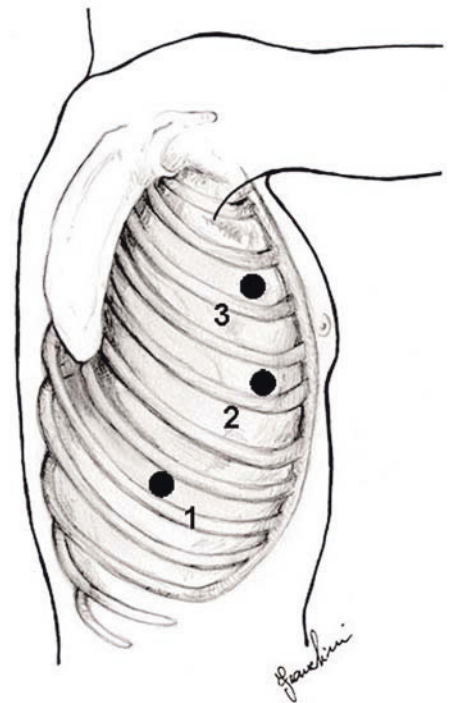
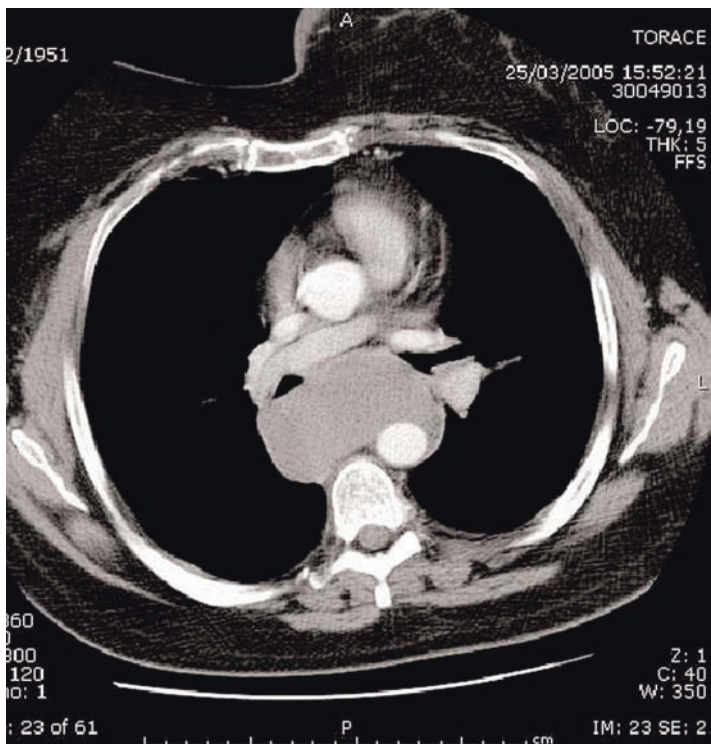
LAP: linea ascellare posteriore



**Fig. 4.** Neoplasia del mediastino anteriore. Selezione delle porte toracoscopiche: **1** torascopio, **2** retrattore endoscopico, **3** pinza bioptica



**Fig. 5.** Neoplasia del mediastino viscerale. Selezione delle porte toracoscopiche: **1** toracoscopio, **2** retrattore endoscopico, **3** pinza biptica



**Fig. 6.** Neoplasia del mediastino posteriore. Selezione delle porte toracoscopiche: **1** toracoscopio, **2** retrattore endoscopico, **3** pinza biptica

In caso di videotoroscopia diagnostica per neoplasia mediastinica, al fine di esporre al meglio la pleura mediastinica, il letto viene ruotato controlateralmente alla lesione da biopsiare. Il polmone viene inoltre scostato attraverso pinze da presa e talvolta tramite un retrattore endoscopico. La presenza di estesa infiltrazione polmonare da parte di una massa mediastinica di grandi dimensioni può rendere tale manovra difficoltosa con possibilità di lacerazioni polmonari e più raramente lesioni vascolari. Dopo aver esplorato l'intero cavo pleurico, viene incisa la pleura mediastinica e si eseguono ripetute biopsie incisionali della massa neoplastica. Le biopsie comportano modeste emorragie che possono essere facilmente controllate con l'elettrobisturi o ancora meglio con l'Argon beam e, se necessario, con l'apposizione di materiali emostatici quali colla di fibrina o cellulosa (Tissucol®, Tabotamp®). Il numero di prelievi bioptici da eseguire è variabile in base al tipo di neoplasia in esame per cui fondamentale è la collaborazione con l'anatomopatologo. In caso di sospetta patologia linfoproliferativa all'esame istologico intraoperatorio o di neoplasia scarsamente differenziata, si dovranno eseguire numerose biopsie al fine di poter avere sufficiente materiale per gli esami immunoistochimici e genetici.

Le lesioni cistiche del mediastino possono essere asportate con o senza preventivo svuotamento in relazione alle loro dimensioni ed ai rapporti con le strutture contigue. Quando possibile si preferisce non svuotare la cisti in quanto i margini della lesione risultano essere meno evidenti dopo che il contenuto della cisti è stato rimosso. In caso di tenaci aderenze tra la cisti e le strutture vitali mediastiniche, frequentemente presenti nei teratomi cistici o nelle cisti broncogene di lunga data, risulta impossibile l'asportazione radicale della lesione cistica senza un preventivo svuotamento anche con l'approccio toracotomico. Particolare attenzione deve essere posta a preservare il nervo frenico in caso di cisti pleuro-pericardiche dell'angolo pericardio-frenico. Isolato il peduncolo della cisti, questo viene legato tramite clips endoscopiche e sezionato. Molta attenzione deve essere posta in questo tempo chirurgico in presenza di linfangioma cistico per la possibilità di chilotorace postoperatorio. L'estrazione della cisti viene facilitata dall'utilizzo di una endobag.

Al termine delle procedure videotoroscopiche si posiziona solitamente un solo drenaggio pleurico utilizzando la porta videotoroscopica più caudale.

## Conclusioni

La visione toroscopica permette un ottimale esplorazione della pleura mediastinica con precisa valutazione dei rapporti tra neoplasie e strutture mediastiniche. Attualmente, la videotoroscopia può essere considerata la metodica di prima scelta per la diagnosi invasiva di masse mediastiniche, garantendo un'efficace e sicura diagnosi istologica delle neoplasie di qualsiasi distretto mediastinico. Dal punto di vista terapeutico i vantaggi della videotoroscopia sono ormai dimostrati per selezionate neoformazioni benigne, di cui le lesioni cistiche costituiscono l'esempio più frequentemente riportato. La progressiva innovazione tecnologica unitamente all'acquisizione di una maggiore padronanza tecnica da parte degli operatori, consentirà indubbiamente di estendere ulteriormente le indicazioni della metodica nel campo della patologia mediastinica.

## Bibliografia

1. Shields TW (2005) Overview of Primary Mediastinal tumors and cyst. In: Shields TW, LoCicero J III, Ponn RB, Rusch VW(eds), General Thoracic Surgery, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 2489-2494
2. Flores RM (2005) Surgical management of primary mediastinal germ cell tumors. General Thoracic Experts' Techniques. CTSNet <http://www.ctsnet.org/doc/8320>
3. Protopoulos Z, Westcott JL (1997) Transthoracic hilar and mediastinal biopsy. J Thoracic Imaging 12:250
4. Roviato G, Varoli F, Nucca O et al (2000) Videothoroscopic approach to primary mediastinal pathology. Chest 117:1179-1183
5. Inaco Cirino LM, Milanez De Campos JR, Fernandez A et al (2000) Diagnosis and treatment of mediastinal tumors by thoracoscopy. Chest 117:1787-1792
6. Yim APC, Sihoe ADL (2005) Video-assisted thoracic surgery as a diagnostic tool. In: Shields TW, LoCicero J III, Ponn RB, Rusch VW(eds), General Thoracic Surgery, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 314-326
7. Lin JC, Hazelrigg SR, Landrenau RJ (2000) Video-assisted thoracic surgery for disease within the mediastinum. Surg Clin North Am 80:1511-1533
8. Gossot D, Toledo L, Fritsch S et al (1996) Mediastinoscopy vs. thoracoscopy for mediastinal biopsy: results of a prospective nonrandomized study. Chest 110:1328
9. Furrer M, Striffeler H, Ris HB et al (1995) Invasive diagnosis of mediastinal space-occupying lesions: on differential indications between cervical mediastinoscopy, parasternal mediastinotomy and videothoracoscopy. Chirurg 66:1203-1209
10. Callejas MAP, Canalis ECA, Ramirez JL et al (1993) Contribution of transcervical mediastinoscopy, and anterior mediastinotomy to the diagnosis of mediastinal lymphoma. Ann Med Interne 10:228-231

11. Rendina EA, Venuta F, De Giacomo T et al (1994) Comparative merits of thoracoscopy, mediastinoscopy and mediastinotomy for mediastinal biopsy. *Ann Thorac Surg* 57:992
12. Solaini L, Bagioni P, Campanini A et al (1998) Diagnostic role of videothoracoscopy in mediastinal disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 13:491-493
13. Fry WA, Siddiqui A, Pensler JM et al (1995) Thoracoscopic implantation of cancer with a fatal outcome. *Ann Thorac Surg* 59:42-45
14. Martin RJ, Deslauries J, Duranceau CH (2005) Foregut cyst of the mediastinum. In: Shields TW, LoCicero J III, Ponn RB, Rusch VW (eds), *General Thoracic Surgery*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 2830-2842
15. Shields TW (2005) Mesothelial and other less common cysts of the mediastinum. In: Shields TW, LoCicero J III, Ponn RB, Rusch VW (eds). *General Thoracic Surgery*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 2852-2867
16. Mouroux J, Bourgeon A, Benchimal D et al (1991) Bronchogenic cyst of the esophagus. Classical surgery or video-surgery? *Chirurgie* 117:564-568
17. Hazelrigg SR, Landrenau RJ, Mack MJ et al (1993) Thoracoscopic resection of mediastinal cyst. *Ann Thorac Surg* 56:659-660
18. Martinod E, Pons F, Azorin J et al (2000) Thoracoscopic excision of mediastinal bronchogenic cysts: results in 20 cases. *Ann Thorac Surg* 69:1525-1528
19. Mouroux J, Venissac N, Leo F et al (2003) Usual and unusual locations of intrathoracic mesothelial cysts. Is endoscopic resection always possible? *Eur Cardiothorac Surg* 24:684-688
20. Iwasaki A, Hiratsuka M, Kawahara K et al (2001) New technique for the cystic mediastinal tumor by video-assisted thoracoscopy. *Ann Thorac Surg* 72:632-633

## Premesse

L'intervento di timectomia ha una storia che risale ad oltre un secolo fa.

Asportato in origine attraverso un'incisione cervicale, il timo si segnala per i diversi metodi proposti per la sua asportazione.

Dall'ampia dissezione comprendente la sternotomia combinata alla cervicotomia, alla timectomia semplice o allargata attraverso una sternotomia superiore o inferiore, piccole incisioni cervicali, incisioni sottotifoidee, approcci toracoscopici unilaterali o bilaterali con o senza sospensore sternale, la serie è estesa quanto il numero dei proponenti di ciascuna tecnica.

La verità è che sono disponibili solo due studi randomizzati degli approcci alla timectomia per miastenia gravis.

Ruckert e coll. [1] randomizzarono 20 pazienti sottoposti a sternotomia o ad approccio VATS: si dimostrò che i parametri funzionali respiratori risultavano peggiori nel gruppo della sternotomia, unitamente ad un maggiore utilizzo di narcotici.

In un trial di 50 pazienti miastenici Granetzy e coll. rilevarono nel postoperatorio un minor numero di pazienti sottoposti a ventilazione meccanica ed una minore degenza in Terapia Intensiva per i pazienti sottoposti a split sternale rispetto a quelli trattati con sternotomia totale [2].

Non sono disponibili altri dati basati sull'evidenza che possano riguardare altri tipi di approcci riguardo alla loro efficacia.

Il chirurgo toracico versatile dovrebbe essere in grado di trattare la patologia timica con procedure differenti. Ogni singola tecnica se bene eseguita può essere adatta alla maggior parte dei casi e dovrebbe essere la metodica con cui il chirurgo ha maggiore dimestichezza e da cui si aspetta i migliori risultati.

## Indicazioni

Riguardo alla patologia, le indicazioni alla timectomia sono identiche sia per l'accesso destro che si-

nistro videoassistito. L'approccio da destra potrebbe garantire in effetti un accesso più agevole ai linfonodi mediastinici alti perifrenici [3], ma più complesso a quelli della stazione della finestra aortopolmonare [4]. Ciascun lato garantisce un'ottima visuale del rispettivo nervo frenico. Quindi un timoma che deborda a destra ed è adiacente al nervo frenico necessita di essere trattato da questo lato per ottenere il massimo margine di sicurezza senza danneggiare il nervo stesso. L'accesso destro offre inoltre maggior spazio alle manovre specialmente in caso di cardiomegalia o di deformità della parete toracica.

La scelta del lato di accesso è frutto più dell'allenamento, della scuola chirurgica, dell'ubicazione geografica del chirurgo che non di altri fattori.

La rimozione in sicurezza di tutto il tessuto patologico rappresenta lo scopo principale come in ogni intervento di chirurgia resettiva.

La miastenia grave rappresenta l'indicazione più comune, tesa alla rimozione di tutto il tessuto timico dalla regione del collo al diaframma [5, 6]. È stata dimostrata da numerosi studi la presenza di residui timici nel grasso mediastinico a distanza dalla ghiandola macroscopica, perciò la logica suggerisce di effettuare un'esplorazione la più completa possibile del mediastino anteriore [7].

Le piccole masse timiche (timoma, cisti, tumore a cellule germinali) senza evidenza di invasione del grasso mediastinico alla TAC del torace possono essere asportate con questo tipo di approccio. La lesione dovrebbe essere inferiore ai 3 cm nel suo asse più corto e non dovrebbero essere presenti adenopatie significative o estensione alla finestra aortopolmonare.

I principi della chirurgia oncologica devono essere seguiti rigorosamente: trattare il tessuto con accuratezza, maneggiare il minimo possibile la neoplasia, lasciare margini ampi liberi e ritirare il pezzo operatorio con sacchetto endoscopico. La conversione in toracotomia è sicuramente più raccomandabile di un innestamento neoplastico.

È stato descritto un caso isolato di recidiva neoplastica nella porta toracoscopica, ma si trattava di una neoplasia maligna timica avanzata con ten-

denza alla diffusione pleurica indipendentemente dall'intervento: non sono stati forniti tuttavia i dettagli tecnici della procedura eseguita [8].

## Strumentario

Lo strumentario di base richiesto per la timectomia videotoroscopica è analogo a quello che si prepara di solito in corso di una VATS. Utili possono essere dei portatamponi curvi, ideali per afferrare i tessuti in zone difficili da raggiungere e per ridurre al minimo gli urti tra gli strumenti. Per il medesimo scopo può essere impiegato anche un set di pinze da presa Kaiser-Pilling. Un portatamponi a doppia azione consente di afferrare il timo attraverso una porta endoscopica piccola pur mantenendo un'apertura massima delle branche. Indispensabili infine sono le pinze lunghe vascolari o portatamponcini, oltre all'aspiratore disposable Yankauer.

La colonna toracoscopica dovrebbe essere dotata di un monitor e di un generatore di luce di buona qualità, fornito quest'ultimo della funzione di aumentare l'intensità luminosa se compare sangue nel campo operatorio.

Un'ottica a 30° è essenziale per molti interventi toracoscopici, e questo non rappresenta un'eccezione per la timectomia. Non è invece indispensabile un toracoscopio ad estremità rotabile.

## Preparazione preoperatoria

Il trattamento medico nei pazienti miastenici dovrebbe essere ottimale perché siano il più possibile oligosintomatici.

Dal momento che la riparazione o l'infezione della ferita sternotomica è un problema che non si presenta, può non essere eseguita la plasmateresi nei casi meno importanti come quelli affetti da miastenia oculare o con minimi risentimenti bulbari.

Possono essere impiegate in alternativa gammaglobuline in caso di intolleranza alla plasmateresi.

Nelle altre indicazioni alla timectomia non sono previsti protocolli specifici se non quanto compreso in una ordinaria preparazione chirurgica oncologica.

## Posizione del paziente e selezione degli accessi

Per posizionare in modo adeguato il paziente da sottoporre a videotoroscopia bisogna tenere conto di diversi fattori fra i quali la naturale re-

trazione delle strutture in relazione alla forza di gravità, l'esposizione ottimale della zona sede della patologia, la familiarità del chirurgo con le strutture anatomiche visualizzate e la selezione degli accessi.

L'approccio descritto di seguito è stato sviluppato dall'Autore e successivamente utilizzato in più di 50 timectomie in VATS.

### Posizione del paziente

Prima di essere sottoposto ad intubazione con tubo a doppio lume il paziente viene posto al di sopra di un materassino automodellante.

Dopo l'intubazione il paziente viene ruotato di 45° verso sinistra. Il lato sinistro del materassino viene utilizzato per contenere il paziente ed impedire che questo scivoli verso sinistra. Un cuscino viene disposto fra le gambe per proteggere i punti ossei (Fig. 1).

### Posizione del braccio

L'anestesista dovrebbe scegliere il braccio sinistro per il monitoraggio e le linee venose. Il braccio destro viene flesso di 90° e l'avambraccio sospeso sopra la fronte su di un archetto ad "L" da mastectomia, a sua volta fissato sul bordo sinistro del letto per evitare ostacoli ai movimenti del chirurgo (Fig. 2). È opportuno eseguire la tricotomia all'ascella.

La delimitazione del campo operatorio viene effettuata con l'utilizzo di strisce adesive che mantengono in posizione la teleria sterile.

### Posizione dell'equipe operatoria

L'operatore si colloca sul lato destro del paziente mentre l'assistente si dispone alla destra dell'ope-



**Fig. 1.** Posizione del paziente in corso di timectomia VATS con accesso destro



**Fig. 2.** Posizione del braccio destro sorretto dall'archetto ad "L"

ratore e lo strumentista di fronte all'assistente. È preferibile l'utilizzo di 2 monitors per consentire una visione agevole allo strumentista senza che questo volti le spalle all'operatore (Fig. 3).

#### Selezione degli accessi

##### a) Accesso sottomammario

In relazione all'indicazione un'incisione di 25 mm risulta adeguata per un' agevole rimozione anche di un timo del tutto ipertrofico. Se si tratta di un timoma l'incisione cutanea dovrebbe essere approssimativamente 1.5 volte il diametro più corto della neoplasia. L'incisione viene praticata nel solco sottomammario nella femmina (Fig. 4), a livello del 4°-5° spazio intercostale. Nel maschio si pratica invece appena al di sotto del capezzolo o lateralmente ad esso alla medesima altezza (Fig. 5). Il bisturi elettrico viene impiegato per sezionare un piccolo segmento di muscolo pettorale ed intercostale.

L'emostasi sarà meticolosa per evitare ematomi alla mammella, specialmente in pazienti femminili. Attraverso la porta si introduce l'ottica e quando necessario pinze da presa supplementari o l'aspiratore di Yankauer contemporaneamente.

##### b) Accesso laterale

Appena dietro la linea ascellare anteriore, in corrispondenza della curvatura laterale della mammella, e lateralmente al margine libero del pettorale, si pratica un accesso da 10 mm al 3° spazio intercostale, in linea con la curvatura della mammella. Questa porta servirà al termine da ingresso al drenaggio endopleurico.

##### c) Accesso ascellare

Al di sotto della piega dell'ascella, al 2° spazio intercostale sulla linea ascellare media si pratica una



**Fig. 3.** Disposizione dell'équipe operatoria. L'operatore si colloca alle spalle del paziente con l'assistente alla sua destra mentre lo strumentista è disposto di fronte ad essi



**Fig. 4.** Cicatrici chirurgiche dopo timectomia VATS. Si nota come il normale reggiseno potrebbe coprire le porte sottomammaria ed ascellare inferiore. La restante porta da 5 mm rimane più in alto, nel cavo ascellare



**Fig. 5.** Cicatrici chirurgiche dopo timectomia VATS in un paziente maschio

porta da 5 mm da dove si introdurranno solamente l'elettrobisturi ad uncino e le pinze da presa a stelo sottile.

## Anatomia chirurgica

A differenza dell'accesso sternotomico, in corso di timectomia VATS il mediastino viene visto da una proiezione laterale che attualmente permette una migliore luce sul compartimento anteriore consentendo in questa sede le manovre resettive (Fig. 6).

I reperi anatomici sul monitor sono i seguenti:

- Parte alta dello schermo: Riflessione pleurica mediale ai vasi mammari interni
- Parte sinistra dello schermo: Arco della vena mammaria interna e origine della vena cava superiore
- Parte destra dello schermo: Diaframma e cuscinetto adiposo pericardico
- Parte bassa dello schermo: Nervo frenico destro e vasi pericardiofrenici

L'anatomia della vena timica non risulta particolarmente costante. Le varianti più comuni sono rappresentate da una vena singola, che raccoglie il sangue di entrambi i lobi del timo assumendo una forma ad Y e che affluisce nel tronco venoso brachiocefalico sinistro e da due vene separate che drenano direttamente nella vena brachiocefalica. Il riscontro di una terza vena non è raro, così come può avvenire che il drenaggio avvenga nella vena cava superiore, nella vena toracica interna destra dal lobo di destra e nella vena toracica interna sinistra dal lobo sinistro. L'Autore riporta il riscontro di 6 vene di discreto calibro tutte di derivazione timica in un paziente con altre anomalie cardiovascolari.



**Fig. 6.** Videoanatomia del timo dall'emitorace destro

## Tecnica chirurgica



### Dissezione e mobilizzazione del blocco timo-mediastinico

Col videoendoscopio a 30° introdotto attraverso l'accesso sottomammario e tenuto dall'assistente, l'operatore, aiutandosi con un portatamponi o con una pinza da presa, inizia ad incidere con l'elettrobisturi ad uncino la pleura mediastinica medialmente ai vasi mammari interni.

La sezione della pleura continua il più possibile vicino al diaframma, e può richiedere l'utilizzo della porta sottomammaria (Fig. 7).

A livello della cupola pleurica l'incisione prosegue con decorso incurvato medialmente alla vena mammaria interna per poi interrompersi in prossimità della vena cava superiore e del nervo frenico. Viene poi eseguita un'incisione parallela al nervo frenico fino alla riflessione della pleura mediastinica sul pericardio. Si continua la dissezione verso il basso fino a raggiungere il piano diaframmatico dove l'incisione si unisce a quella precedentemente eseguita.

Questo tempo permette la dissezione di un voluminoso disco di pleura connesso in blocco al timo ed al grasso mediastinico anteriore.

Con un tamponcino, ed il bisturi elettrico si separa il tessuto adiposo del mediastino anteriore dalla parte inferiore dello sterno proseguendo verso l'alto in direzione dell'incisura giugulare. Identica manovra viene poi eseguita per separare il timo dal pericardio.

Se si tratta di una resezione di un timoma è necessario prestare grande attenzione per escludere un'invasione del pericardio. In caso di dubbio può



**Fig. 7.** L'ottica può essere utilizzata attraverso l'accesso sottomammario o quello laterale da 10 mm

essere resecato un opercolo di pericardio, ma sarebbe più corretto convertire l'intervento in sternotomia.

Viene eseguita la dissezione dei linfonodi della confluenza delle vene brachiocefaliche che costituiscono l'origine della vena cava superiore.

Viene delicatamente scheletrizzata la vena brachiocefalica sinistra anteriormente ed inferiormente. Di solito il corno timico cervicale destro può essere dissecato delicatamente verso il basso in mediastino facendosi strada tra i rivestimenti fasciali ed il tessuto areolare e trazionandolo delicatamente con due pinze da presa. Questa manovra consente di esporre la vena o le vene timiche dopo un'ulteriore dissezione. La vena timica viene quindi sezionata prossimalmente tra endoclips facendo attenzione a non lesionare il tronco brachiocefalico venoso o una vena timica soprannumeraria sezionando accidentalmente al di là della vena già legata.

Il corno cervicale sinistro a questo punto può essere trazionato verso il basso o lasciato in sede finché il lobo sinistro non sia stato completamente mobilizzato.

La pleura di sinistra viene identificata ed aperta allo stesso modo della pleura destra. La sezione comincia verso il diaframma e procede in direzione del collo separando la porzione mediale dai vasi mammari interni di sinistra.

Successivamente si esegue la dissezione della riflessione pleurica sul pericardio. L'area adiacente alla vena mammaria interna è quella più critica da dissecare durante questo tempo. L'approccio migliore risulta sia dal lato mediale dopo aver trazionato in basso il corno timico superiore sinistro, sia dal lato caudale, ponendo molta attenzione a non ledere la vena.

### **Estrazione del blocco timo-mediastinico. Drenaggio e chiusura**

Una volta che è stato liberato il blocco timo-mediastinico viene posto all'interno di un sacchetto endoscopico (EndoCatch – Tyco, USA) o di un sistema analogo e viene rimosso attraverso la porta sottomammaria (Fig. 8).

Dopo accurato lavaggio del campo, il sangue viene aspirato accuratamente dalla cavità pleurica posteriore destra.

Un drenaggio endopleurico 24 F, fatto entrare dalla porta laterale da 10 mm, attraversa il mediastino anteriore e viene orientato fino ad entrare dentro al cavo pleurico sinistro, coi fori laterali che pescano al di sotto dello sterno.



**Fig. 8.** Timectomia. Reperto operatorio

**Tabella 1.** Intervento step by step di timectomia VATS con accesso destro

- 1 Selezione degli accessi  
Sottomammario (25 mm-ottica)  
LAA/3° spazio (10 mm-strumenti)  
LAM/2° spazio (5 mm-strumenti)
- 2 Incisione della pleura mediastinica medialmente alla vena mammaria interna destra
- 3 Sezione della pleura 1 cm anteriormente al nervo frenico e poi lungo la riflessione pericardica
- 4 Separazione del mediastino anteriore dallo sterno
- 5 Separazione del lobo destro del timo dal pericardio
- 6 Dissezione dei linfonodi alla confluenza brachiocefalica
- 7 Isolamento della vena brachiocefalica sinistra
- 8 Isolamento e sezione su clips della vena timica
- 9 Dissezione del corno timico superiore sinistro
- 10 Apertura della pleura mediastinica sinistra medialmente alla vena mammaria interna sinistra
- 11 Separazione del lobo sinistro del timo dal pericardio
- 12 Dissezione dei linfonodi brachiocefalici sinistri
- 13 Completamento della sezione della pleura sinistra
- 14 Introduzione dell'EndoCatch di fianco all'ottica nell'accesso sottomammario
- 15 Estrazione del timo attraverso l'accesso sottomammario
- 16 Lavaggio ed emostasi. Posizionamento di drenaggio endopleurico 24F attraverso la porta laterale da 10 mm
- 17 Chiusura della porta sottomammaria

L'incisione sottomammaria viene suturata avvicinando il muscolo pettorale (filo riassorbibile di calibro 1), poi la fascia sottocutanea (filo riassorbibile di calibro 2/0), infine la cute con sutura intradermica (filo riassorbibile di calibro 3/0 o 4/0) (Tab. 1).

## Decorso postoperatorio

Di norma il drenaggio toracico viene rimosso il giorno successivo all'intervento ed il paziente dimesso in 2° giornata. Se il paziente presenta una sintomatologia correlata alla miastenia, la degenza deve essere adattata allo stato neuromuscolare del paziente. Un supporto ventilatorio di Terapia Intensiva non è in genere necessario eccetto che per i casi di miastenia severa generalizzata o respiratoria che non avevano risposto ai trattamenti preoperatori compresa la plasmaferesi.

## Risultati

L'Autore ha pubblicato in precedenza i risultati della timectomia videotoroscopica eseguita in 26 pazienti con miastenia gravis [5]. Da allora ha trattato ulteriori 14 casi per miastenia, altri 8 per timoma, altri 5 a scopo diagnostico.

I pazienti miastenici hanno registrato una buona risposta in tutti i casi eccetto uno, mentre un altro ha accusato una ripresa dei sintomi ed un rialzo del titolo degli anticorpi antirecettore Ach, 18 mesi dopo l'intervento. Nel sospetto di residui timici ectopici questo paziente dovrà essere studiato per effettuare un eventuale re-intervento.

I casi di timoma sono stati una combinazione di sottotipi, tutti asportati radicalmente.

Due delle 53 timectomie VATS eseguite sono state convertite in chirurgia "open" (una in toracotomia destra, l'altra in sternotomia) per la comparsa in un caso di sanguinamento e nell'altro, appartenente alla prima serie di interventi, di difficoltà tecniche. Un paziente ha richiesto il completamento della resezione attraverso una VATS con accesso sinistro per evitare lesioni al nervo frenico di sinistra.

## Conclusioni

La timectomia videotoroscopica è una procedura impegnativa che comporta un training molto avanzato in chirurgia mininvasiva così come uno dedicato alla tecnica specifica.

L'accesso da destra risulta relativamente più agevole per la presenza di uno spazio operatorio più ampio e per la presenza della curva anatomica della vena brachiocefalica che conduce direttamente alle vene timiche.

Mentre questa metodica può essere utilizzata per trattare quasi tutti i casi, il chirurgo dovrà comunque decidere volta per volta quando eseguire un approccio videoassistito da sinistra o in cervicotomia o sternotomia in ragione delle indicazioni, dei fattori anatomici/patologici, del paziente.

## Bibliografia

1. Ruckert JC, Walter M, Muller JM (2000) Pulmonary function after thoracoscopic thymectomy versus median sternotomy for myasthenia gravis. *Ann Thorac Surg* 70:1656-1661
2. Granetzny A, Hatem A, Shalaby A et al (2005) Manubriectomy versus median sternotomy in thymectomy for myasthenia gravis. Evaluation of the pulmonary status. *Eur J Cardiothorac Surg* 27:361-366
3. Yim AP (1997) Thoracoscopic thymectomy. Which side to approach? *Ann Thorac Surg* 64:584-585
4. Mineo TC, Pompeo E, Lerut TE et al (2000) Thoracoscopic thymectomy in autoimmune myasthenia. Results of left-sided approach. *Ann Thorac Surg* 69:1537-1541
5. Wright GM, Barnett S, Clarke CP (2002) Video-assisted thoracoscopic thymectomy for myasthenia gravis. *Intern Med J* 32:367-371
6. Mack MJ, Landreneau RJ, Yim AP et al (1996) Results of video assisted thymectomy in patients with myasthenia gravis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 112:1352-1359
7. Jaretzki A III, Barohn RJ, Ernstoff RM et al (2000) Myasthenia gravis. Recommendations for clinical research standards. Task Force of the Medical Scientific Advisory Board of the Myasthenia Gravis Foundation of America. *Ann Thorac Surg* 70:327-334
8. Aubert A, Chaffanjon P, Brichon PY (2004) Video-assisted extended thymectomy in patients with thymoma by lifting the sternum. Is it safe? *Ann Thorac Surg* 77:1878

## Premesse

In questo capitolo viene descritto l'intervento di timectomia per via toracoscopica sinistra con ausilio del sistema robotico "Da Vinci": al momento attuale gli Autori hanno utilizzato tale tecnica esclusivamente in pazienti con MG non clinicamente correlata a timoma riservando l'approccio sternotomico per le neoplasie maligne del mediastino.

La miastenia gravis (MG) è una malattia autoimmune che colpisce la trasmissione neuromuscolare, determinando stanchezza cronica a vari livelli della muscolatura striata. I sintomi variano da forme lievi con coinvolgimento della muscolatura oculare e bulbare (ptosi, diplopia, disfagia), a forme generalizzate con coinvolgimento della muscolatura degli arti e respiratoria.

Fin dal 1941, quando Blalock [1] per primo descrisse i risultati della timectomia trans-sternale in pazienti affetti da MG, la timectomia ha giocato un ruolo significativo nella cura integrata di tale patologia, diventando un'opzione terapeutica universalmente accettata.

Le tecniche descritte per la timectomia sono molteplici e variano da accessi open singoli o associati ad accessi mininvasivi:

- timectomia sternotomica [2]
- timectomia cervico-sternotomica "maximal thy-mectomy" [3]
- tecniche mininvasive
  - timectomia transcervicale [4],
  - timectomia videotoracoscopica mono [5, 6] o bilaterale associata alla cervicotomia [7, 8],
  - timectomia infrasternale [9]).

Le tecniche di base consentono una resezione della ghiandola timica attraverso un singolo approccio chirurgico, le tecniche combinate consentono l'estensione della resezione a tutto il grasso peritimico (possibile sede di tessuto timico ectopico) in sede mediastinica e cervicale, utilizzando una maggiore esposizione del campo chirurgico.

Le tecniche mininvasive hanno però trovato sempre più crescente applicazione nel corso degli

anni per i vantaggi propri della mininvasività (ridotta ospedalizzazione e costi, ridotta morbilità, migliori risultati estetici e di compliance del paziente) e per l'assenza di studi randomizzati che dimostrino un reale vantaggio clinico delle tecniche open.

Negli ultimi anni l'introduzione nella pratica clinica dei sistemi robotici, ha consentito un'importante evoluzione delle tecniche videotoracoscopiche migliorandone alcune caratteristiche e permettendone l'applicazione nella cura di svariate patologie, prevalentemente del mediastino [10, 11].

La prima applicazione di una tecnica videotoracoscopica robotica è stata descritta nel 1999 da Loumet e Reichenspurner [12, 13] che eseguirono un by-pass coronarico. Nel 2001 Yoshino [14] descrisse la prima timectomia robotica per il trattamento di un piccolo timoma, in seguito nel 2003 Ashton [15] e Rea [16] riportarono i casi di timectomia per MG descrivendo due differenti approcci: il primo adottò l'approccio videotoracoscopico da destra con completamento dell'intervento da sinistra, il secondo completò l'intervento con il solo approccio sinistro.

## Descrizione del sistema robotico "Da Vinci"

Il sistema robotico "Da Vinci" consiste di tre componenti principali: una console computerizzata, una colonna video ed una torre che supporta i bracci robotici.

Il chirurgo controlla il sistema robotico seduto su una *console computerizzata* (Fig. 1a) posizionata lontano dal paziente. Tale console è collegata al sistema video ed alla torre robotica e serve da interfaccia tra il chirurgo ed il sistema robotico, di cui controlla ogni azione (sistema "master/slave"). Il chirurgo vede il campo operatorio attraverso un binoculare localizzato nella parte alta della console; un sistema ad infrarossi disattiva i comandi qualora il chirurgo rimuova gli occhi dal binoculare. Il chirurgo controlla i

movimenti degli strumenti attraverso dei manipoli (Fig. 1b) che convertono i movimenti tridimensionali delle mani in segnali elettrici, il computer quindi trasla questi segnali in comandi per gli strumenti robotici che eseguono un movimento tridimensionale identico.

I movimenti del chirurgo sono resi più confortevoli da un supporto imbottito per le braccia, sul quale ci sono anche una serie di pulsanti che consentono di regolare specifiche funzioni quali ad esempio l'altezza del binoculare, il tipo di visione (bi-tridimensionale), il tipo di ottica ( $0^\circ$ - $30^\circ$ ) (Fig. 1c e 1d). Il sistema è inoltre dotato di un meccanismo di filtraggio del tremore che rende ancora più preciso l'atto chirurgico.

Alla base della console vi è una pedaliera con 5 pedali che consentono, tra l'altro, di attivare l'elet-

trobisturi, di modificare il punto focale della videocamera, di disattivare i manipolatori.

La *colonna video* (Fig. 2a) contiene i componenti del sistema video: un monitor che consente la visione dell'intervento al personale di sala operatoria, due box per il controllo della video camera e per la modulazione della luminosità e contrasto dell'immagine, un apparecchio per il controllo della pressurizzazione intracavitaria della  $CO_2$ .

La *torre robotica* (Fig. 2b) supporta le tre (o quattro) braccia del robot: il braccio centrale sostiene l'ottica da  $0^\circ$  o  $30^\circ$ , del diametro di 12 mm (Fig. 3a). Il cilindro di 12 mm contiene al suo interno due distinte ottiche da 5 mm dotate ciascuna di 3 microcamere il cui segnale video è trasferito separatamente alla console dove il computer provvede a sincronizzarlo e creare una immagine virtuale tri-



**Fig. 1.** La console computerizzata per il controllo del sistema chirurgico "Da Vinci" (a). Il chirurgo siede alla console, osserva il campo operatorio attraverso il binoculare 3-D e controlla gli strumenti con gli appositi manipoli (b). Le pulsantiere (c e d) sul reggibraccio consentono il controllo di varie funzioni



**Fig. 2.** Colonna video (a) con tutte le sue componenti e torre robotica (b)

dimensionale del campo operatorio. Al braccio sinistro viene collegata una cadière atraumatica (Fig. 3b), mentre al braccio destro un elettrobisturi-endodissettore o un applicatore di clips quando necessario (Fig. 3c e 3d).

Gli strumenti chirurgici sono articolati con il braccio principale in modo da consentirne 7 gradi di libertà di movimento ed una rotazione di 360°.

## Valutazione preoperatoria

La preparazione del paziente e lo studio preoperatorio comprendono:

- Valutazione neurologica: il paziente è visitato da un team di neurologi che stabiliscono la gravità della patologia e il tipo di cura, in modo da ottenere una condizione di paucisintomaticità. Gli Autori quando possibile preferiscono la riduzione o la sospensione dei corticosteroidi, mentre sono soliti effettuare trattamento con pla-

- Valutazione radiologica: l’Rx torace consente la valutazione dei seni costo-frenici, la cui oblitterazione è indice di possibile presenza di aderenze; la TC o RMN toracica danno informazioni sulla presenza o meno di neoformazioni sospette per timoma.

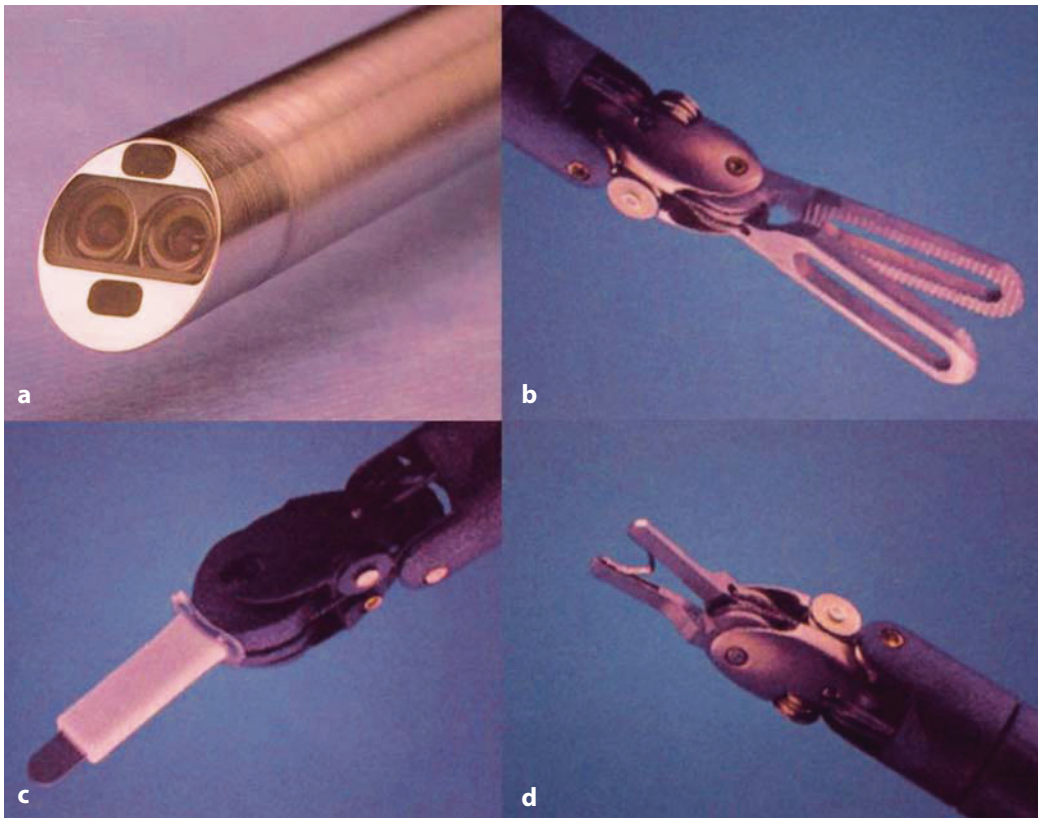
## Accessi e tecnica chirurgica



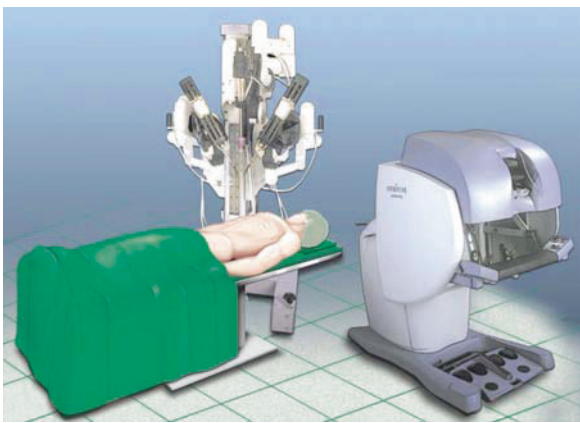
Il paziente viene operato in anestesia generale con intubazione a doppio lume per la ventilazione polmonare selettiva durante l’operazione.

### *Posizione del paziente*

Il paziente è posizionato in decubito supino con inclinazione laterale destra di 30° rispetto al letto operatorio, un pilet viene posto sotto la spalla sinistra parallelamente alla colonna vertebrale (Fig. 4).



**Fig. 3a-d.** Strumenti utilizzati nella timectomia robotica: **a** ottica, **b** cadière, **c** elettrobisturi, **d** applicatore di clips



**Fig. 4.** Schematizzazione del posizionamento del paziente sul letto operatorio e del robot

#### *Posizione delle braccia*

Il braccio destro è posto lungo il corpo, quello sinistro viene appoggiato su un reggibraccio paral-

lelo al letto: in questo modo viene esposta la regione ascellare.

L'archetto viene posizionato subito al di sopra della testa, in modo da non ostacolare il movimento dei bracci del robot. Il campo operatorio viene delimitato da teli sterili, nelle donne è preferibile applicare uno steri-drape sulla mammella in modo da sollevarla ed esporre la regione sottomammaria.

#### *Posizione del robot*

La console può essere posizionata in qualsiasi punto della sala operatoria, lontana dal letto operatorio, la colonna video viene posta ai piedi o in testa al letto operatorio a seconda delle preferenze dell'assistente, la torre robotica viene avvicinata al letto operatorio e posta sul lato destro con una angolazione di 45°, tale posizione favorisce un ideale compromesso spaziale per consentire l'attacco dei bracci operativi ai trocars e impedirne conflitti durante i movimenti.

### Posizione dell'equipe operatoria

L'operatore si colloca seduto sulla console a distanza dal paziente, l'assistente si dispone sul lato destro del letto di fronte alla torre robotica in modo da poter sostituire gli strumenti operativi.

### Selezione degli accessi

#### – Accesso per l'ottica

Una incisione di 15 mm viene praticata a livello del 5° spazio intercostale nella porzione anteriore della regione ascellare, lungo il solco sottomammario nella donna, a livello del capezzolo o subito lateralmente nell'uomo. Attraverso l'incisione si inserisce il trocar dotato di un sistema a valvola per l'insufflazione unidirezionale di CO<sub>2</sub> durante l'intervento, si introduce quindi l'ottica 0° per esplorare il campo operatorio e visualizzare le sedi dei successivi accessi.

#### – Accessi per gli strumenti operativi

Due piccole incisioni di 5 mm vengono quindi eseguite a livello del 5° spazio intercostale sulla linea emiclaveare per il braccio sinistro armato con la cadière e a livello del 3° spazio intercostale lungo la linea ascellare anteriore per il braccio destro armato con l'elettrobisturi (Fig. 5).

### Tempi operatori

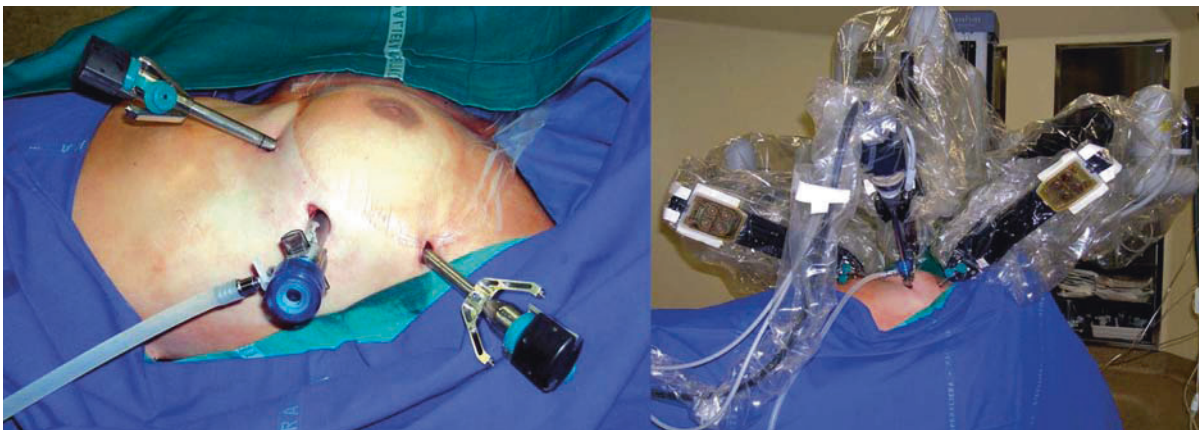
Durante l'intervento l'emitorace viene insufflato con CO<sub>2</sub> con una pressione tra 6 e 10 mmHg; tale presidio consente di ampliare lo spazio mediastinico e facilitare la dissezione.

Dopo accurata esplorazione dello spazio mediastinico si individuano i reperi anatomici principali che guideranno la dissezione: i vasi mammari nella parte alta dello schermo in parasternale, il dia-

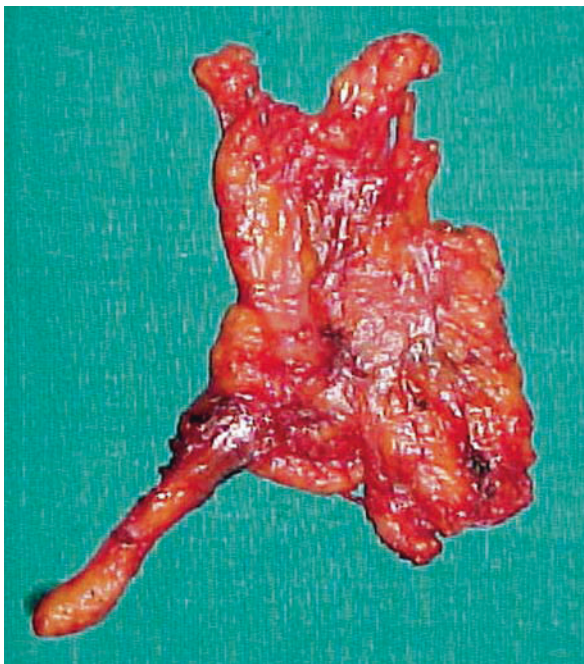
framma in basso e il sacco pericardio con il grasso da asportare, il nervo frenico di sinistra.

La dissezione inizia inferiormente a livello dell'angolo cardiofrenico di sinistra dove viene sezionato il grasso e isolato il corno timico inferiore di sinistra. Si passa quindi all'isolamento della ghiandola timica e del grasso peritimico dallo spazio retrosternale con una incisione che va dal basso verso l'alto. Nella parte alta del mediastino, a livello della cupola pleurica, la pleura viene incisa fino all'angolo di convergenza tra i vasi mammari anteriormente ed il nervo frenico posteriormente. Si continua l'incisione del grasso peritimico inferiormente seguendo il bordo mediale del nervo frenico e si disseca la finestra aorto-polmonare medialmente e lateralmente al nervo frenico stesso. L'isolamento procede nel collo dove i corni superiori sono identificati e divisi dalla porzione inferiore della ghiandola tiroide. La vena anonima è identificata e la dissezione continua lungo il bordo della stessa con cautela fino ad identificare le vene timiche che vengono chiuse con clips e divise. La dissezione continua sul lato destro con la visualizzazione della pleura mediastinica e del corno timico inferiore destro. In questa fase la pleura può anche essere incisa e si può utilizzare un'ottica 30° per una migliore visualizzazione del mediastino controlaterale.

Completata la dissezione, il timo ed il grasso peritimico vengono asportati tramite una EndoCatch inserita nell'accesso parasternale, mentre la cadière è inserita nell'accesso ascellare (Fig. 6). Dopo accurata emostasi, si inserisce sempre dallo stesso accesso un drenaggio 28F lungo il mediastino anteriore, il polmone viene reinflato e gli accessi chirurgici suturati per strati, in modo da ottenere un buon risultato estetico (Fig. 7).



**Fig. 5.** Accessi chirurgici prima e dopo il collegamento degli strumenti robotici



**Fig. 6.** Reperto chirurgico: la ghiandola timica ed il grasso peritimico vengono asportati in blocco



**Fig. 7.** Risultato cosmetico dopo intervento di timectomia toracoscopica robotica

Il paziente viene estubato in sala operatoria e dopo un adeguato periodo di osservazione, ritorna in reparto. Il drenaggio toracico viene rimosso il giorno successivo ed il paziente viene dimesso in 2° giornata postoperatoria.

## Risultati

Dall'Aprile 2002 ad Ottobre 2005, gli Autori hanno eseguito la timectomia toracoscopica sinistra con ausilio robotico in 44 pazienti affetti da MG. Il tempo operatorio medio è stato di 120 minuti, la degenza media è stata di 2,5 giorni. Non si segnala

mortalità intra o perioperatoria, nessuna conversione in chirurgia open e nessuna necessità di accessi aggiuntivi per la dissezione. In 2 pazienti (4,5%) si sono registrate complicanze rappresentate da un chilotorace e da un emotorace trattati conservativamente con successo. In 4 casi l'esame istologico ha evidenziato la presenza di un piccolo timoma (< 1,5 cm) in I stadio di Masaoka.

I risultati clinici sui primi 24 pazienti con un follow-up di 24 mesi hanno evidenziato una remissione completa in 4 casi (16,7%), un miglioramento clinico in 18 casi (75%) per un tasso di risposta globale del 91,7%.

## Conclusioni

La timectomia è una procedura efficace nel trattamento della MG. Le tecniche toracoscopiche per la timectomia sono ormai diffuse grazie ai vantaggi della mininvasività (scarse complicanze, trauma toracico minimo, precoce ripresa della normale funzionalità polmonare, ridotta ospedalizzazione e buoni risultati estetici e compliance del malato). Gli svantaggi legati alla tecnica VATS includono la visione bidimensionale del campo operatorio, l'utilizzo di strumenti non articolati che rendono difficile operare in uno spazio rigido quale quello toraco-mediastinico, così come nella regione del collo. L'introduzione della tecnologia robotica ha consentito di superare tali limitazioni: il robot è infatti dotato di un sistema di ricostruzione tridimensionale intuitiva dell'immagine, gli strumenti sono dotati di un braccio articolato che ne consente i movimenti a 360° con conseguente maggiore sicurezza nelle manovre dissetive attorno ai vasi e ai nervi, legata anche ad un sistema di filtraggio dei movimenti che elimina il tremore. L'approccio da sinistra è preferito dagli Autori perché offre una perfetta visione della finestra aorto-polmonare e riduce il rischio di lesioni nervose per il fatto che il nervo frenico di sinistra è direttamente visibile, mentre quello di destra è parzialmente protetto dalla vena cava superiore.

## Bibliografia

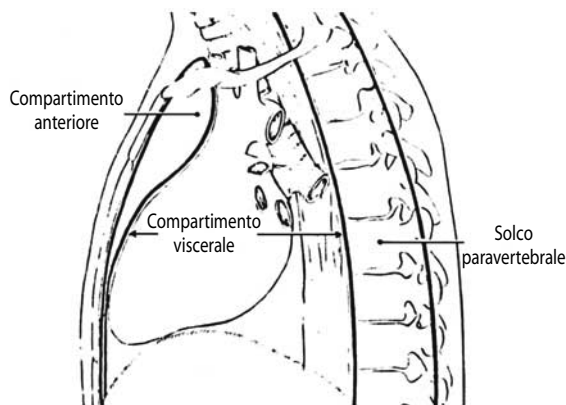
1. Blalock A, McGehee HA, Ford FR (1941) The treatment of myasthenia gravis by removal of the thymus gland. *JAMA* 117:1529
2. Masaoka A, Yamakawa Y, Niwa H et al (1996) Extended thymectomy for myasthenia gravis: a 20-year review. *Ann Thorac Surg* 62:853-859

3. Jaretzki A, Wolff M (1988) "Maximal" thymectomy for myasthenia gravis. Surgical anatomy and operative technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 96:711-716
4. Cooper JD, Al-Jilaihawa AN, Pearson FG et al (1988) An improved technique to facilitate transcervical thymectomy for myasthenia gravis. *Ann Thorac Surg* 45:242-247
5. Mack MJ, Scruggs G (1998) Video-assisted thoracic surgery thymectomy for myasthenia gravis. *Chest Surg Clin N Am* 8:809-825
6. Mineo TC, Pompeo E, Lerut T et al (2000) Thoracoscopic thymectomy in autoimmune myasthenia: results of left-sided approach. *Ann Thorac Surg* 69:1537-1541
7. Novellino L, Longoni M, Spinelli L et al (1994) "Extended" thymectomy without sternotomy, performed by cervicotomy and thoracoscopic techniques in the treatment of myasthenia gravis. *Int Surg* 79:378-381
8. Zielinski M, Kuzdzal J, Szlubowski A et al (2004) Transcervical-subxiphoid-videothoracoscopic "maximal" thymectomy-operative technique and early results. *Ann Thorac Surg* 78:404-409
9. Uchiyama A, Shuji S, Hiroyuki H (2001) Infrasternal mediastinoscopic thymectomy in myasthenia gravis: surgical results in 23 patients. *Ann Thorac Surg* 72:1902-1905
10. Bodner J, Wykypiel H, Greiner A et al (2004) Early experience with robot-assisted surgery for mediastinal masses. *Ann Thorac Surg* 78:259-265
11. Savitt MA, Gao G, Furnary AP et al (2005) Application of robotic-assisted techniques to the surgical evaluation and treatment of the anterior mediastinum. *Ann Thorac Surg* 79:450-455
12. Loulmet D, Carpentier A, D'attelis N et al (1999) Endoscopic coronary artery bypass grafting with the aid of robotic assisted instruments. *J Thorac Cardiovasc Surg* 118:4-10
13. Reichenspurner H, Damiano RJ, Mack M et al (1999) Use of the voice-controlled and computer-assisted surgical system Zeus for endoscopic coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 118:11-16
14. Yoshino I, Hashizume M, Shimada M et al (2001) Thoracoscopic thymomectomy with the Da Vinci computer-enhanced surgical system. *J Thorac Cardiovasc Surg* 122:783-785
15. Ashton RC, McGinnis KM, Connery CP et al (2003) Totally endoscopic thymectomy for myasthenia gravis. *Ann Thorac Surg* 75:569-571
16. Rea F, Bortolotti L, Girardi R et al (2003) Thoracoscopic thymectomy with the Da Vinci surgical system in patient with myasthenia gravis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2:70-72

## Premesse

Il mediastino viene classicamente suddiviso in tre compartimenti: il compartimento anteriore, o prevascolare, localizzato tra la faccia posteriore dello sterno e la superficie anteriore dei grossi vasi mediastinici; il compartimento viscerale, o retrovascolare, situato tra la faccia posteriore dei grossi vasi e la faccia anteriore della trachea; il compartimento posteriore (solco paravertebrale o doccia costo-vertebrale) compreso tra il bordo anteriore del corpo vertebrale e l'angolo costo-vertebrale (Fig. 1).

In ognuno di questi compartimenti mediastinici sono presenti elementi nervosi: paragangli del siste-



**Fig. 1.** Suddivisione anatomica del mediastino (Modificato da: Shields TW (ed) (1991) *Mediastinal Surgery*, Lea & Febiger, Philadelphia)

ma chemorecettivo, gangli del simpatico, nervi periferici. Da ciascuno di questi elementi nervosi possono originare tumori, sia di natura benigna che di natura maligna, detti tumori neurogeni del mediastino.

I tumori neurogeni del mediastino rappresentano circa il 20% delle neoplasie mediastiniche nell'adulto e il 35% delle neoplasie mediastiniche in età pediatrica [1].

Nell'adulto, si tratta prevalentemente di tumori di natura benigna (80% dei casi), mentre in età pediatrica aumenta la percentuale di neoplasie di tipo maligno (circa il 50% dei casi) [2].

I tumori neurogeni vengono classificati seguendo un criterio istogenetico, sulla base dell'elemento nervoso di origine (Tab. 1).

In età adulta, i tumori neurogeni del mediastino si sviluppano prevalentemente nel compartimento mediastinico posteriore (Fig. 2); in questa sede, l'istotipo più rappresentato è lo schwannoma benigno, più raramente si tratta di neurofibromi, o di ganglioneuromi [3].

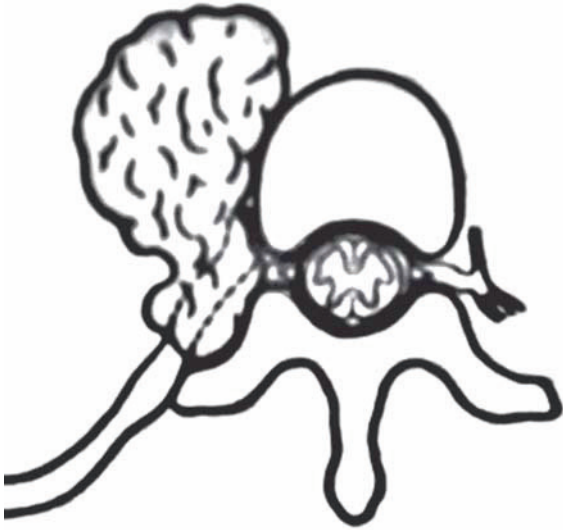
In circa il 10% dei casi, i tumori neurogeni del mediastino posteriore si estendono nel canale spinale attraverso uno o più forami di coniugazione, assumendo un caratteristico aspetto a clessidra, i cosiddetti "dumbbell tumors" (Fig. 3) [4].

La porzione intraspinale di questi tumori a clessidra può essere esclusivamente extradurale, l'evenienza più frequente, o più raramente extra-intradurale.

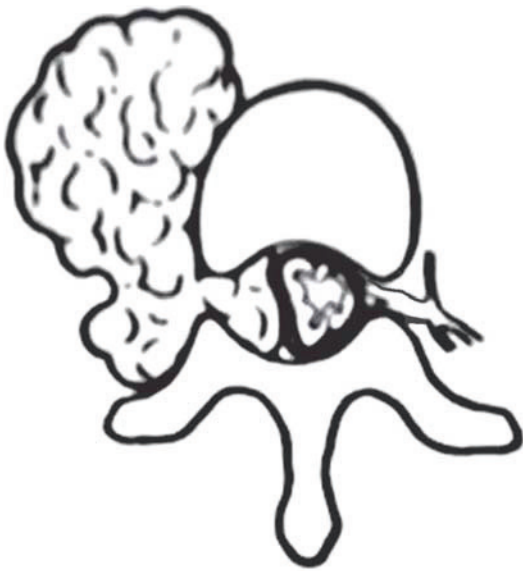
I tumori neurogeni del mediastino non riconoscono una predilezione di sesso o razza e nella metà dei casi sono asintomatici [1, 3]; i sintomi, quando presenti, sono prevalentemente il dolore toracico,

**Tabella 1.** Tumori neurogeni del mediastino

Origine	Benigno	Maligno
Guaina dei nervi periferici	Neurilemmoma (Schwannoma) Neurofibroma	Schwannoma maligno Neurofibroma maligno
Gangli del simpatico	Ganglioneuroma	Ganglioneuroblastoma Neuroblastoma
Sistema paragangliare	Feocromocitoma Paraganglioma	Feocromocitoma maligno Paraganglioma maligno



**Fig. 2.** Rappresentazione schematica di un tumore neurogeno del mediastino posteriore



**Fig. 3.** Rappresentazione schematica di un tumore neurogeno a clessidra

e/o sintomi neurologici vari: paralisi o irritazione nervosa midollare o vegetativa, nevralgia frenica, sindromi neurologiche quale quella di Brown Sequard. Sintomi meno frequenti sono la dispnea e la tosse non produttiva da irritazione; sindromi da alterato deflusso venoso o da compressione esofagea; sindromi endocrine paraneoplastiche, quest'ultime appannaggio dei paragangliomi parasimpatici, dei feocromocitomi e dei blastomi.

L'esperienza degli Autori comprende 30 tumori neurogeni del mediastino osservati e trattati dal

1993 al 2004. In tutti i casi il tumore era localizzato nel mediastino posteriore e presentava un'estensione intraspinale in 6 pazienti (20%). In 29 casi la lesione era di natura benigna e solo in un paziente con tumore a clessidra si trattava di un tumore di natura maligna. Lo schwannoma benigno è stato di gran lunga l'istotipo di più frequente riscontro (80%) (Tab. 2).

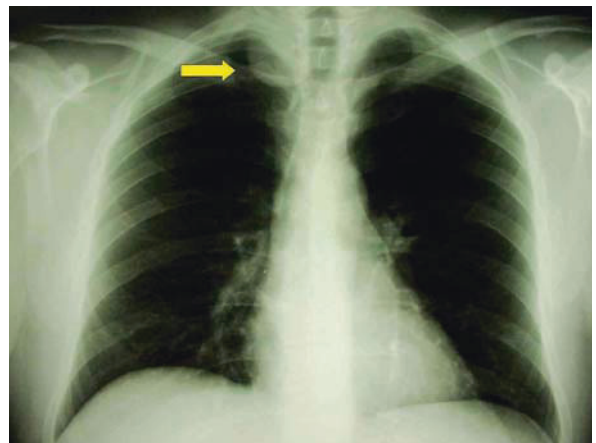
## Diagnostica

Nella maggior parte dei casi, i tumori neurogeni del mediastino rappresentano un riscontro occasionale ad una radiografia del torace [1]; essi si presentano come un'opacità rotondeggiante, a margini regolari, localizzata prevalentemente nel mediastino posteriore (Fig. 4).

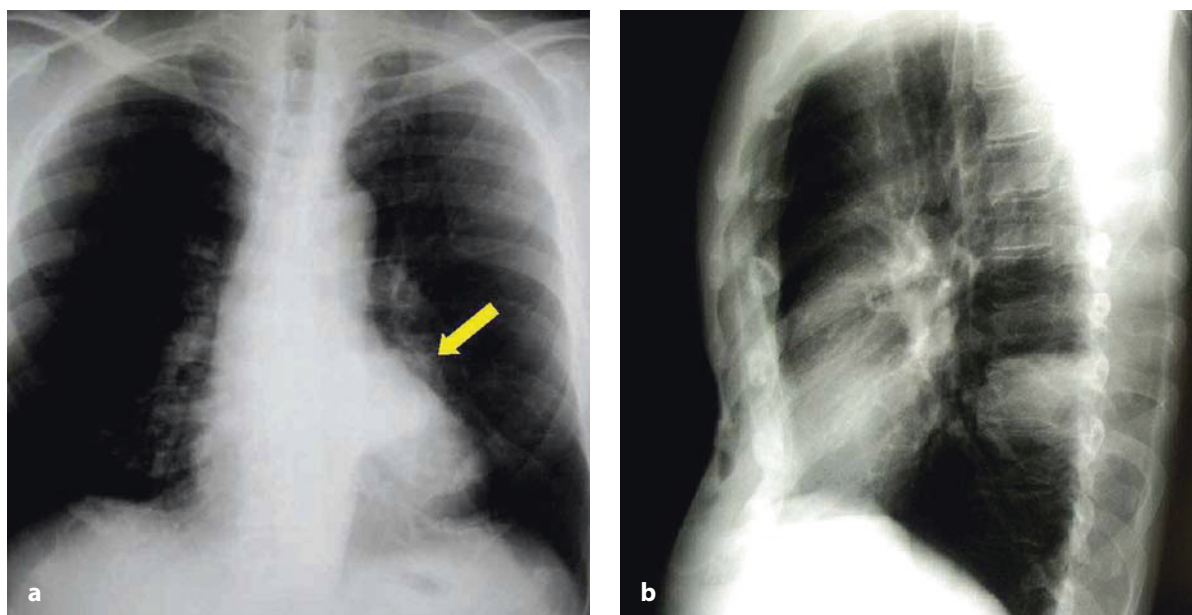
In alcuni casi, nella radiografia standard del torace gli organi mediastinici possono mascherare il tumore, che risulta molto più evidente ad una radiografia del torace in proiezione laterale (Fig. 5 a, b).

**Tabella 2.** Tumori neurogeni del mediastino posteriore  
Unità Operativa e Cattedra di Chirurgia Toracica Ospedale San Raffaele-Milano (1993-2004: 30 pazienti)

Tumori del mediastino posteriore	24
– Schwannoma benigno	19
– Neurofibroma	1
– Ganglioneuroma	4
Tumori del mediastino posteriore "dumbbell"	6
– Schwannoma benigno	5
– Schwannoma maligno	1



**Fig. 4.** RX torace che evidenzia neoformazione rotondeggiante a margini regolari in sede apicale destra, risultata essere uno schwannoma benigno.



**Fig. 5.** **a** RX torace standard: il tumore, mascherato dal cuore, risulta appena evidente. **b** RX torace in proiezione laterale: il tumore risulta ben evidente in sede paravertebrale

Per una migliore definizione della lesione è sempre indicato eseguire una TC del torace, che permette di valutare la densità del tumore, i suoi rapporti con le strutture vicine ed eventuali allargamenti foraminali (Fig. 6).

Come già segnalato, la sede elettiva dei tumori neurogeni del mediastino è la doccia costovertebrale e l'istotipo più frequente è lo schwannoma benigno [1,3]. La Figura 7 mostra uno schwannoma in una sede "atipica", extramediastinica.

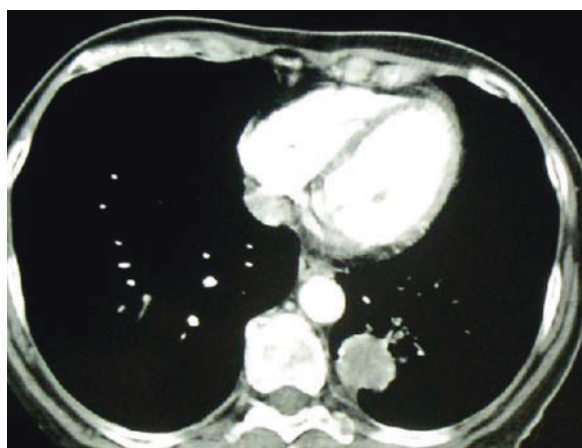
Nel caso in cui la TC evidenzi un sospetto tumore neurogeno del mediastino con allargamento del forame di coniugazione con o senza estensione intraspinale, è sempre indicata una RMN, che permette una valutazione accurata della eventuale componente intraspinale della lesione (Fig. 8 a/b).

Un'angiografia spinale è indicata quando il tumore, in particolare se a clessidra, è localizzato nella possibile sede di origine dell'arteria radicolare magna di Adamkiewicz (Fig. 9). Questa arteria, che provvede in maniera significativa all'irrorazione del midollo spinale nella regione toracica, ha un'anatomia variabile; generalmente essa origina a sinistra o direttamente dall'aorta o da un'arteria intercostale fra T9 e L2. In circa il 15% dei casi, essa può originare più prossimalmente tra T5-T8 [5].

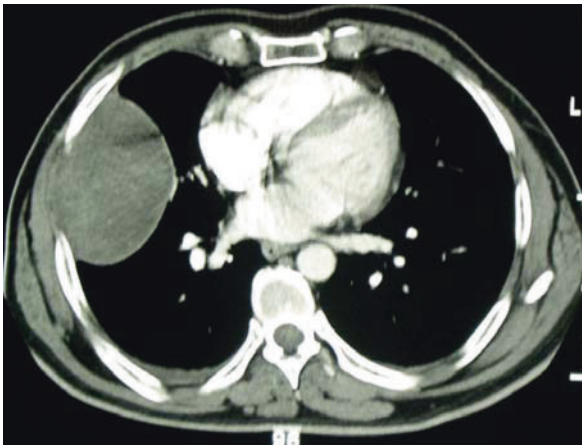
L'eventuale presenza di tale arteria nella sede della neoplasia, come nel caso successivo (Figg. 10 e 11) espone ad un elevato rischio operatorio. Infatti l'accidentale lesione di questa arteria durante la dissezione chirurgica conduce a gravi ischemie midollari.

## Indicazioni al trattamento chirurgico

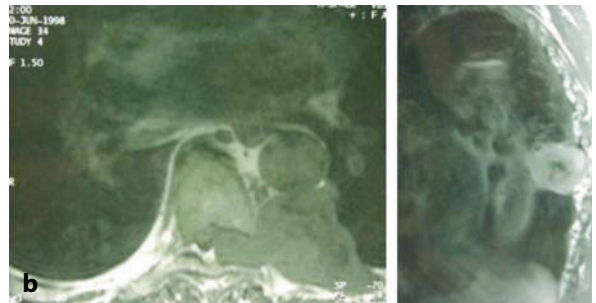
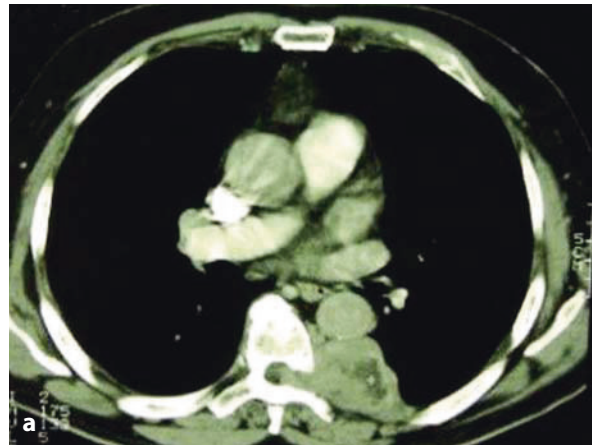
L'indicazione all'exeresi dei tumori neurogeni del mediastino è assoluta poiché, pur essendo nella maggioranza dei casi di natura benigna e spesso di riscontro casuale, il loro lento ma graduale accrescimento conduce inevitabilmente alla comparsa di una sintomatologia.



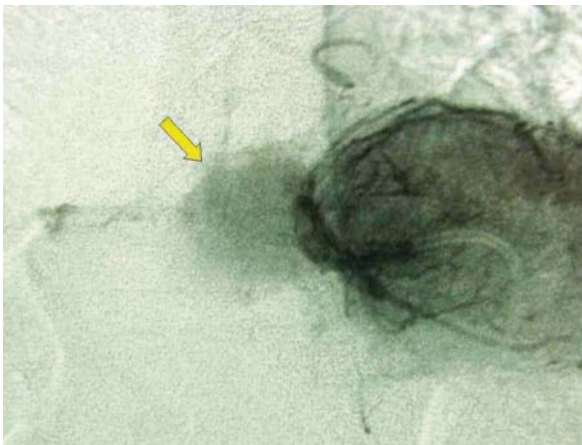
**Fig. 6.** TC torace che evidenzia una neoformazione rotondeggiante del mediastino posteriore, localizzata nella doccia costovertebrale di sinistra: quadro suggestivo per tumore neurogeno benigno



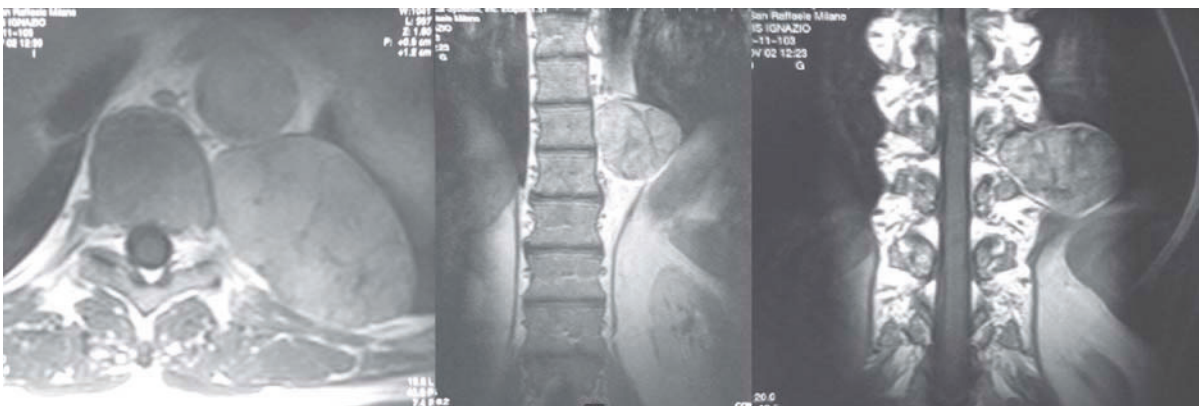
**Fig. 7.** TC torace: schwannoma a livello della parete toracica laterale di destra



**Fig. 8.** **a** TC torace che mostra un dumbbell tumor di morfologia regolare condizionante un allargamento del forame di coniugazione ed una compressione sul midollo spinale da parte della componente intraspinale del tumore. **b** RMN torace del caso precedente: il tumore dumbbell presenta un omogeneo segnale anche se con una componente centrale necrotico-cistica. La risonanza consente di definire meglio l'estensione cranio-caudale della lesione e conferma l'allargamento del forame di coniugazione



**Fig. 9.** Angiografia spinale del caso precedente che non evidenzia un'arteria radicolare magna di Adamkiewicz nella sede del tumore, che risulta riccamente vascolarizzato anche nella sua componente intraspinale (*freccia*)



**Fig. 10.** Immagini RMN che evidenziano un tumore neurogeno a livello di D8 di sinistra



**Fig. 11.** Angiografia spinale dello stesso caso che evidenzia l'origine dell'arteria radicolare magna di Adamkiewicz in corrispondenza della neoplasia



**Fig. 12.** Rappresentazione schematica di una tradizionale toracotomia posterolaterale destra

## Tumori neurogeni ad esclusiva localizzazione mediastinica

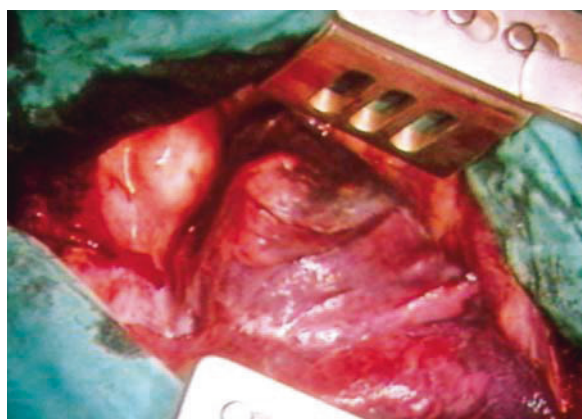
### Vie di accesso

I tumori neurogeni del mediastino possono essere rimossi attraverso tradizionali accessi "a cielo aperto", quali la toracotomia posterolaterale, attraverso minitoracotomie con assistenza video oppure attraverso un accesso videotoracoscopico. La scelta della via di accesso dipende essenzialmente dalla natura del tumore, dalle sue dimensioni e dalla sua sede.

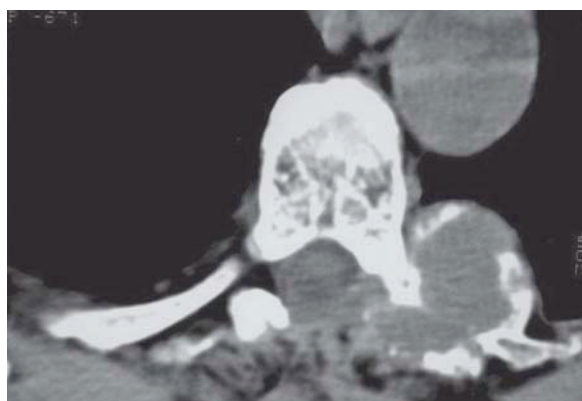
– *Toracotomia* - La via di accesso tradizionale per l'exeresi dei tumori neurogeni del mediastino è la toracotomia, generalmente una toracotomia posterolaterale (Fig. 12).

Questo accesso consente un'ampia esposizione della neoplasia (Fig. 13) e rende agevole la sua mobilizzazione e la successiva asportazione.

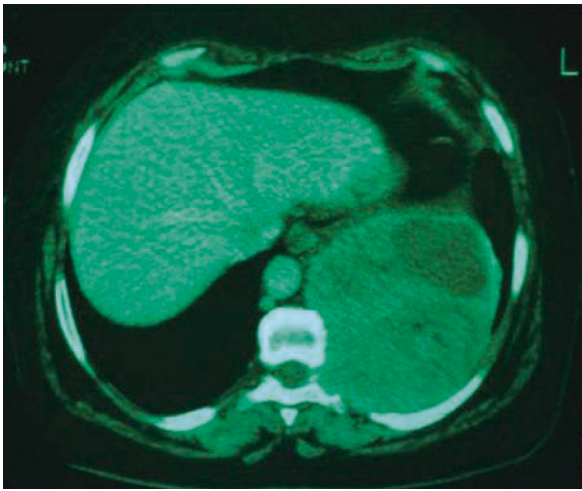
Attualmente, l'impiego di una toracotomia deve essere limitato ai casi di tumori di natura maligna (Fig. 14) e di tumori di dimensioni superiori ai 6 cm. di diametro (Fig. 15) [6, 7], in particolare se localizzati nel mediastino superiore dove può essere preferibile una dissezione a cielo aperto per gli intimi rapporti del tumore con le delicate strutture vascolari e nervose presenti in questa sede.



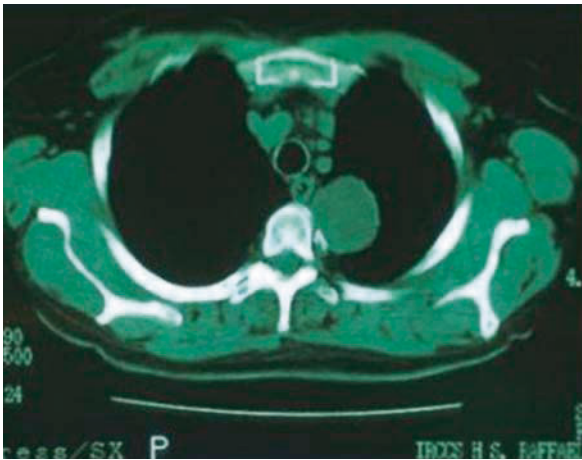
**Fig. 13.** Accesso toracotomico



**Fig. 14.** TC torace che evidenzia un tumore neurogeno maligno con erosione delle strutture ossee

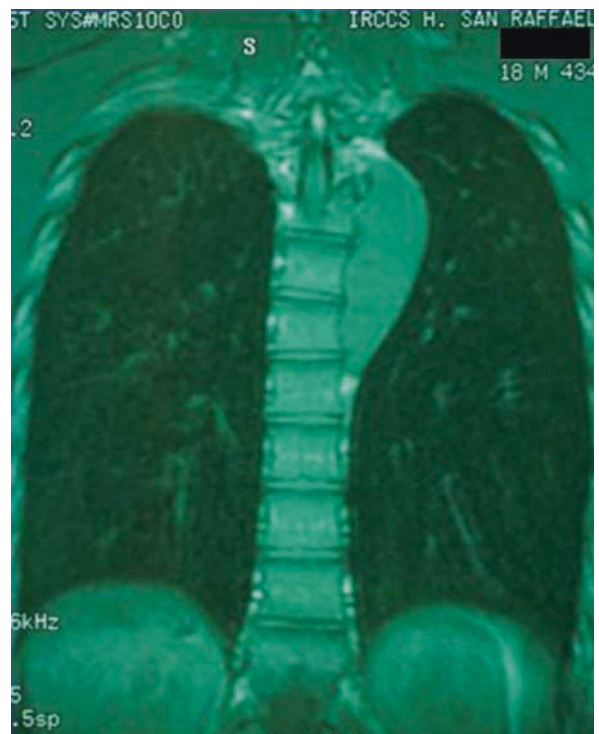


**Fig. 15.** TC del torace che evidenzia voluminoso tumore neurogeno mediastinico



**Fig. 16.** Immagine TC e toracoscopica di tumore neurogeno di natura benigna e di dimensioni contenute

- *Minitoracotomia con assistenza video* – Rappresenta un'alternativa alla classica toracotomia. Quando la scelta di procedere a cielo aperto è legata solo alle dimensioni e/o alla sede del tumore.
- *Videotoracoscopia* – Come ulteriore alternativa alla toracotomia, è stato proposto, nel 1992, un approccio videotoracoscopico [8] che, negli anni successivi, si è dimostrato attuabile, sicuro ed efficace nei casi di tumori neurogeni di natura benigna e di dimensioni contenute [9-11] (Fig. 16). I dati disponibili in letteratura che confrontano l'accesso videotoracoscopico con quello tradizionale a cielo aperto nell'exeresi di questi tumori, mostrano come il primo permetta tempi di ospedalizzazione più brevi con una ripresa dell'attività lavorativa più precoce [6, 9]. Le controindicazioni alla videotoracoscopia sono la natura maligna della lesione e le dimensioni eccessive di lesioni di natura benigna. Per quanto riguarda le dimensioni del tumore, come già riportato, vengono generalmente esclusi dall'accesso videotoracoscopico tumori di diametro maggiore ai 6 cm [6, 7]. Tuttavia, questo limite non deve ritenersi assoluto; infatti, tumori di diametro maggiore ma di forma allungata possono non rappresentare una controindicazione a questo accesso, come nel caso illustrato (Fig. 17), trattato dagli Autori con successo con accesso toracoscopico.



**Fig. 17.** Tumore neurogeno di diametro superiore a 6 cm ma di morfologia allungata

### Note di tecnica con accesso videotorascopico



Il paziente viene posizionato sul tavolo operatorio in decubito laterale come per una tradizionale toracotomia posterolaterale. Può essere utile inclinare il letto operatorio anteriormente, in modo da favorire l'allontanamento del polmone dal mediastino posteriore. La ventilazione viene mantenuta attraverso il posizionamento di un tubo endotracheale a doppio lume, che consente il collasso del polmone omolaterale alla lesione da asportare. Due monitors sono posizionati ad entrambi i lati del capo del paziente per garantire a tutti gli operatori una buona visuale (Fig. 18).

Generalmente, viene impiegata un'ottica di 10 mm con visione angolare a 25-30° (Fig. 19).

L'accesso per l'ottica è confezionato in posizione caudale rispetto alla lesione (tranne per tumori localizzati alla base del torace), solitamente in VIII-IX spazio intercostale sulla linea ascellare media. Identificato il tumore, vengono confezionati due accessi operativi in maniera tale da permette-

re la migliore convergenza degli strumenti sul tumore stesso. Come per tutte le procedure di toracoscopia operativa, gli accessi vengono confezionati in posizioni tali da collocarsi, possibilmente, ai lati di un ideale angolo retto con bisettrice rappresentata dall'ottica e ad un'adeguata distanza tra loro, così da consentire la massima manovrabilità chirurgica (Fig. 20). Un quarto accesso può a volte rendersi necessario per allontanare il polmone dalla sede della lesione.

La mobilizzazione della lesione prevede, in primo luogo, così come per interventi effettuati "a cielo aperto", l'incisione della pleura parietale a ridosso del tumore (Fig. 21).

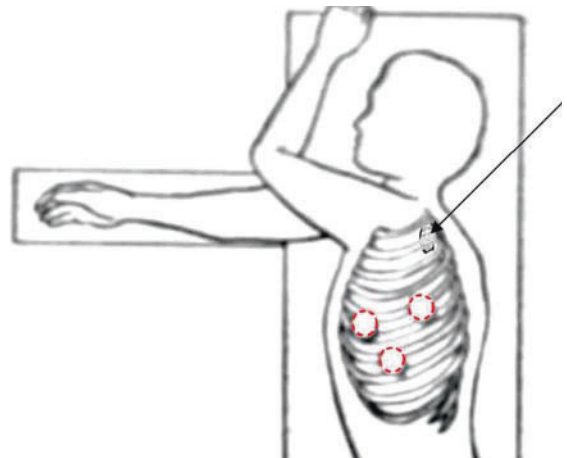
La dissezione del tessuto extra-pleurico viene eseguita con un'accurata emostasi mediante l'impiego di coagulazione mono-bipolare e di endoclips emostatiche (Fig. 22).



**Fig. 18.** Disposizione dei due monitors



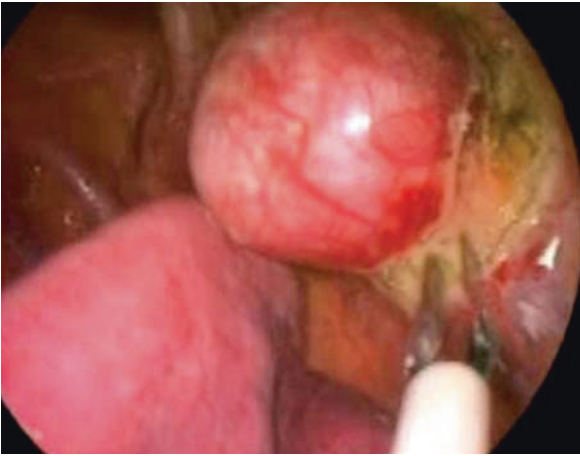
**Fig. 19.** Ottica toracoscopica di 10 mm di diametro con visione angolare di 25 gradi



**Fig. 20** Sedi di posizionamento dei trocar per tumori del mediastino postero-superiore



**Fig. 21.** Incisione della pleura parietale peritumorale



**Fig. 22.** Dissezione ed emostasi mediante coagulazione bipolare

Completata la mobilizzazione della neoplasia, questa è estratta dalla cavità toracica attraverso uno degli accessi toracoscopici con impiego di sacchetto di protezione (Fig. 23).

A volte, l'estrazione del tumore dal torace può richiedere un allargamento di un accesso a causa delle dimensioni della lesione. Attraverso l'accesso caudale viene infine posizionato in cavità pleurica un tubo di drenaggio.

### Risultati

Dai dati della letteratura emerge come oggi la toroscopia offra ottimi risultati in termini di radicalità chirurgica, di tempi operatori e di degenza post-operatoria. Bousamra [9] riporta una degenza



**Fig. 23.** Estrazione della neoplasia mediante sacchetto di protezione

post-operatoria media di 2,6 giorni nei pazienti sottoposti a toroscopia contro una di 4,5 giorni nei pazienti operati con approccio tradizionale. In un studio multicentrico condotto da Hazelrigg nel 1999 su 23 pazienti [10], non si è registrata alcuna complicanza e la degenza post-operatoria media è stata di 2 giorni. In questa casistica una conversione in toracotomia è stata necessaria in 4 casi (Tab. 3).

Venissac [11] riporta una degenza post-operatoria media di 5 giorni; come unica complicanza segnala l'insorgenza post-operatoria di una sindrome di Claude Bernard-Horner.

Nell'esperienza degli Autori, presso l'Unità Operativa di Chirurgia Toracica dell'Ospedale San Raffaele di Milano, dal 1993 al 2004 sono stati sottoposti a trattamento chirurgico 24 pazienti portatori di un tumore neurogeno del mediastino posteriore.

In tutti i casi si è iniziato con un accesso toracoscopico e in 4 casi si è resa necessaria una conversione in toracotomia. Il tempo operatorio medio è stato di 140 minuti, condizionato dalla fase iniziale dell'esperienza degli Autori, in cui gli interventi hanno avuto una durata maggiore. Non si sono registrate complicanze e la degenza post-operatoria media è stata di 4 giorni (Tab. 4).

## Tumori neurogeni a clessidra

### Vie di accesso e note di tecnica



L'exeresi chirurgica dei tumori mediastinici a clessidra prevede generalmente la collaborazione del neurochirurgo e del chirurgo toracico.

**Tabella 3.** Resezione toracoscopica di tumori neurogeni del mediastino posteriore Esperienza multicentrica in toroscopia [10]

N. pazienti	Conversioni	Complicanze	Degenza post-operatoria
23	4 pazienti	nessuna	2 giorni

**Tabella 4.** Resezione toracoscopica di tumori neurogeni del mediastino posteriore Unità Operativa e Cattedra di Chirurgia Toracica Ospedale San Raffaele-Milano (1993-2004: 24 pazienti)

N. pazienti	Conversioni	Complicanze	Degenza post-operatoria
23	4 pazienti	nessuna	4 giorni

Fino agli anni '70 vi era la tendenza di considerare le due componenti del tumore, quella intraspinale e quella mediastinica, come problematiche indipendenti, che dovevano essere affrontate con due interventi chirurgici distinti, di appannaggio rispettivamente del neurochirurgo e del chirurgo toracico, separati da un intervallo variabile.

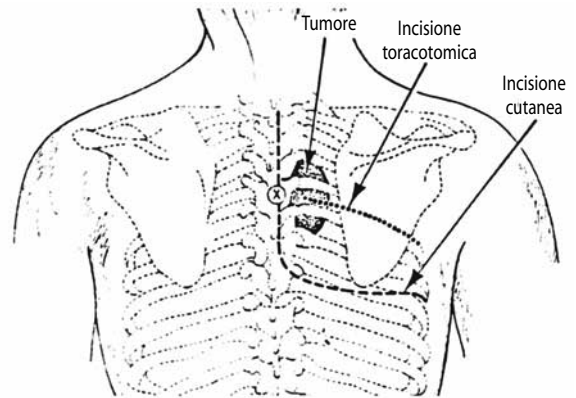
Irger [12] nel 1975, ma soprattutto Akwari [4] nel 1978 propongono un approccio chirurgico con due accessi combinati in un tempo unico. Tali autori dimostrano, infatti, che l'approccio in due tempi espone il paziente al rischio di gravi complicanze, indipendentemente da quale sia la componente tumorale che per prima venga asportata. In particolare, il procedere inizialmente dal versante mediastinico espone al rischio di trazioni improprie sul midollo spinale e di emorragie intraspinali. Se il tempo iniziale è quello posteriore neurochirurgico, è possibile l'insorgenza di emorragie intratoraciche non controllabili da questa via di accesso.

L'approccio di Akwari, che ha avuto la più ampia diffusione clinica, prevede in prima istanza un accesso posteriore con paziente prono. L'incisione cutanea è verticale, mediana e curvilinea a convessità dal lato della lesione (Fig. 24a). Eseguita la emilaminectomia si procede all'exeresi della porzione tumorale intraspinale. Concluso il tempo neurochirurgico si procede ad una toracotomia posterolaterale standard (Fig. 24b) per l'exeresi della porzione tumorale mediastinica.

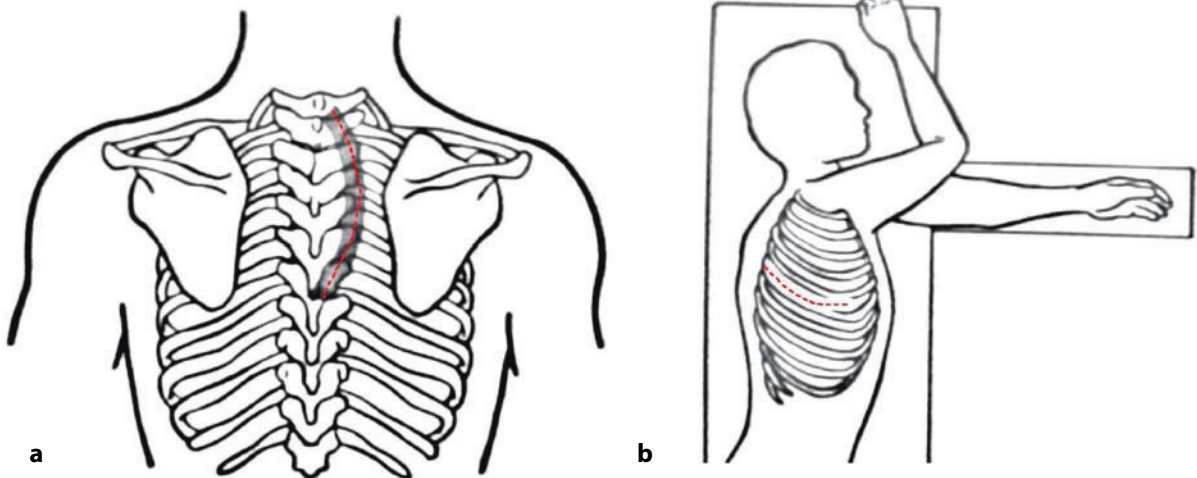
In casi selezionati, per tumori con porzione mediastinica di piccola entità, l'incisione posteriore curvilinea, permettendo la mobilizzazione dei muscoli paraspinali dal lato della lesione, consente, attraverso una costo-trasversectomia, l'exeresi extra-

pleurica della componente mediastinica del tumore senza ricorrere alla toracotomia. L'approccio secondo Akwari è ancora impiegato diffusamente ed è particolarmente indicato quando sono interessati più forami di coniugazione ed in caso di lesioni maligne.

Nel 1983 Grillo [5] propone, in alternativa all'approccio di Akwari, un duplice accesso attraverso un'unica incisione cutanea. Tale approccio presenta il vantaggio di non richiedere dopo il tempo neurochirurgico il riposizionamento del paziente sul tavolo operatorio. Con il paziente sul fianco viene eseguita un'incisione cutanea ad "L" con la componente verticale sulla linea mediana posteriore, in corrispondenza dei processi spinosi vertebrali, che si continua con una toracotomia posterolaterale (Fig. 25). La branca verticale po-



**Fig. 25.** Schema della tecnica di Grillo (Modificato da: Grillo HC et al. [5])



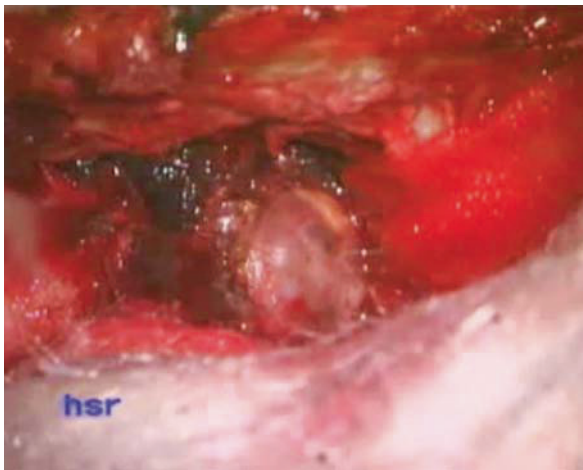
**Fig. 24 a-b.** Schema della tecnica di Akwari

steriore dell'incisione, lunga circa 10 cm, è in corrispondenza della sede del tumore. Se quest'ultimo è localizzato nella porzione superiore del torace, la componente trasversale dell'incisione decorre qualche centimetro al di sotto della punta della scapola e la scelta del livello di ingresso al cavo pleurico ricade sul quarto spazio intercostale o sul letto della quarta costa. Negli altri casi, la branca trasversale dell'incisione cutanea è ad un livello opportunamente inferiore, accedendo al cavo pleurico in quinto o sesto spazio intercostale. Solo nel caso in cui il tumore presenti una componente di grosse dimensioni occupante l'apice del cavo toracico, è necessario sezionare una o più coste posteriormente al di sopra della quarta al fine di ottenere un adeguato accesso per la mobilizzazione della lesione.

Nel 1991 Osada [13] ribadisce, come già segnalato da Akwari, come un unico accesso posteriore, consentendo sia la laminectomia che la costo-trasversectomia, rappresenti un approccio ideale per l'exeresi di tumori mediastinici a clessidra con componente mediastinica di piccole dimensioni.

Nel 1995 Vallieres [14] propone, per tumori neurogeni benigni a clessidra, l'accesso combinato neurochirurgico posteriore e toracoscopico, eseguito in successione in un'unica seduta operatoria. Il tempo neurochirurgico prevede una emilaminectomia a livello della sede del tumore. Entrati nel canale spinale, si valuta l'estensione e la sede del tumore che in genere coinvolge la radice nervosa (Fig. 26).

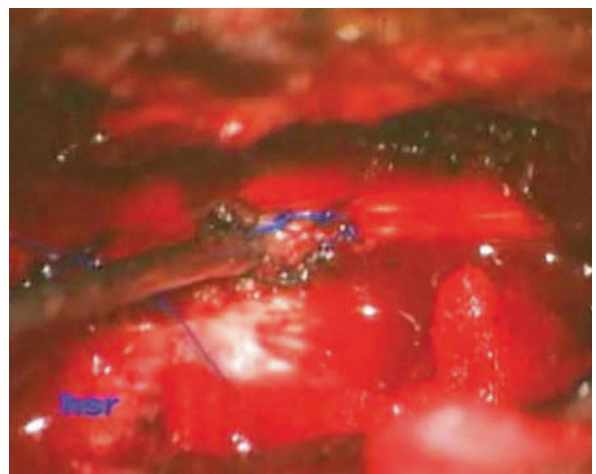
Nei tumori a localizzazione extradurale che rappresentano di gran lunga l'evenienza di più frequente riscontro, la radice nervosa viene sezionata all'emergenza dalla dura (Fig. 27).



**Fig. 26.** Visione della porzione intraspinale del tumore che coinvolge una radice nervosa

La porzione intraspinale del tumore può essere rimossa in questo primo tempo neurochirurgico oppure nel tempo toracoscopico successivo, en-bloc con la porzione mediastinica della neoplasia. In questa seconda evenienza è opportuno eseguire, nel tempo neurochirurgico, un'ampia foraminotomia per rendere più agevole il successivo tempo toracoscopico e l'asportazione del tumore in toto, compresa la sua porzione intraspinale [14, 15].

Il tempo toracoscopico richiede solitamente il confezionamento di tre accessi, uno per il passaggio dell'ottica e due per quello degli strumenti. Le procedure toracoscopiche sono analoghe a quelle descritte per i tumori neurogeni ad esclusiva localizzazione mediastinica (Fig. 28).



**Fig. 27.** La porzione intraspinale del tumore è stata rimossa nel tempo neurochirurgico: sono evidenti i punti di sutura sulla dura all'emergenza della radice nervosa sezionata



**Fig. 28.** Dissezione toracoscopica della componente mediastinica del tumore

## Risultati

Vallieres [14] ha utilizzato il duplice approccio neurochirurgico e toracoscopico su 4 pazienti. Ha avuto un'unica complicanza, consistita in un sanguinamento da un'arteria intercostale, che ha richiesto la conversione in toracotomia. I due pazienti, che presentavano una sintomatologia neurologica sono andati incontro a remissione della stessa dopo l'intervento (Tab. 5).

Nell'esperienza degli Autori, dal 1993 al 2004, 6 pazienti con un tumore mediastinico a clessidra sono stati sottoposti a trattamento chirurgico. Nell'unico paziente con tumore di natura maligna è stato impiegato l'accesso a cielo aperto secondo Grillo. In tutti i 5 pazienti con tumori di natura benigna si è adottato un approccio neurochirurgico seguito da un intervento in toracoscopia; in un unico caso si è resa necessaria una conversione in toracotomia, per la presenza di un cavo pleurico oblitterato da estese e tenaci aderenze pleuro-parenchimali. La durata media dell'intervento è stata di 215 minuti (range : 180-280 minuti). Non si sono registrate complicanze intra-operatorie. La degenza post-operatoria media è stata di 6,5 giorni (range : 6-7 giorni), non complicata in alcun caso. Un solo paziente ha presentato l'insorgenza di transitorie parestesie in ipocondrio sinistro, sull'area di distribuzione dei nervi intercostali T10 e T11 coinvolti dalla malattia e sezionati durante l'intervento (Tab. 6).

## Conclusioni

I tumori neurogeni del mediastino si localizzano elettivamente nella doccia costovertebrale, sono ge-

neralmente di natura benigna e possono essere asportati con un approccio toracoscopico. A volte, le dimensioni del tumore possono richiedere l'allargamento di uno degli accessi toracoscopici per l'estrazione dal torace della lesione; solo raramente queste neoplasie presentano una dimensione tale da richiedere una toracotomia per il loro trattamento.

Nei tumori neurogeni mediastinici a clessidra, l'approccio chirurgico prevede generalmente un duplice accesso, posteriore neurochirurgico e toracico, da eseguirsi in un'unica seduta operatoria. Per le lesioni di natura benigna, l'accesso toracoscopico può costituire una valida alternativa alla toracotomia. Attualmente, per la rarità della patologia, questo accesso è stato impiegato in un numero di casi ancora limitato; tuttavia, in queste prime esperienze, esso si è dimostrato un accesso efficace, sicuro e con bassa morbilità.

Per i tumori neurogeni mediastinici di natura maligna, rimangono indicati gli accessi tradizionali a cielo aperto secondo Akwari e secondo Grillo.

## Bibliografia

1. Strollo DC, Rosado De Christenson ML, Jett JR (1997) Primary Mediastinal Tumors. *Chest* 112:1344-1357
2. Silverman NA, Sabiston DC Jr (1980) Mediastinal masses. *Surg Clin North Am* 60:757-764
3. Bousamra M (2002) Neurogenic tumors of the mediastinum. In: Pearson FG, Cooper JD, Deslauriers J et al (eds), *Thoracic Surgery*. Churchill Livingstone, New York, pp 1732-1738
4. Akwari OE, Payne WS, Onofrio BM et al (1978) Dumbbell neurogenic tumors of the mediastinum: diagnosis and management: *Mayo Clin Proc* 53:353-358
5. Grillo HC, Ojemmann RG, Scannel JG et al (1983) Combined approach to "dumbbell" intrathoracic and intraspinal tumors. *Ann Thorac Surg* 36:402-407
6. Riquet M, Mouroux J, Pons F et al (1995) Videothoracoscopic excision of thoracic neurogenic tumors. *Ann Thorac Surg* 60:943-946
7. Zierold D, Halow KD (2000) Thoracoscopic resection as the preferred approach to posterior mediastinal tumors. *Surg Laparosc Endosc* 10:222-225
8. Landreneau RJ, Dowling RD, Ferson PF (1992) Thoracoscopic resection of a posterior mediastinal neurogenic tumor. *Chest* 102:1288-1290
9. Bousamra M, Haasler GB, Patterson GA et al (1996) A comparative study of thoracoscopic vs open removal of benign neurogenic mediastinal tumors. *Chest* 109:1461-1465
10. Hazelrigg SR, Boley TM, Krasna MJ et al (1999) Thoracoscopic resection of posterior neurogenic tumors. *The American Surgeon* 65:1129-1133
11. Venissac N, Leo F, Hofman P et al (2004) Mediastinal neurogenic tumors and video-assisted thoracoscopy. Always the right choice? *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 14:20-22

**Tabella 5.** Resezione toracoscopica di tumori neurogeni a clessidra [14]

N. pazienti	Conversioni	Complicanze maggiori
4	1 paziente	nessuna

**Tabella 6.** Resezione toracoscopica di tumori neurogeni a clessidra Unità Operativa e Cattedra di Chirurgia Toracica Ospedale San Raffaele-Milano (1993-2004: 6 pazienti)

N. pazienti	Conversioni	Complicanze maggiori
5	1 paziente	nessuna

12. Irger IM, Perelman MI, Koroleva NS et al (1975) A combined method of removing hourglass shaped neurogenic mediastinal-intravertebral tumors. *Vopr Neurokhir* 6:3-10
13. Osada H, Aoki H, Yorote K et al (1991) Dumbbell neurogenic tumors of the mediastinum: a report of three cases undergoing single-stage complete removal without thoracotomy. *Jpn J Surg* 21:224-228
14. Vallieres E, Findlay JM, Fraser RE (1995) Combined micro-neurosurgical and thoracoscopic removal of neurogenic dumbbell tumors. *Ann Thorac Surg* 59:469-472
15. Negri G, Puglisi A, Gerevini S et al (2001) Thoracoscopic techniques in the management of benign mediastinal dumbbell tumors. *Surg Endosc* (E pub May 7); 15(8):897

# RESEZIONE TORACOSCOPICA DI ADENOMA PARATIROIDEO MEDIASTINICO

Stephen R. Hazelrigg, Ibrahim B. Cetindag, Kristofer J. Mitchell

## Premesse

La prima resezione di una ghiandola paratiroide venne eseguita da Mandl nel 1925 in un paziente con una ghiandola cervicale di dimensioni aumentate [1]. Da allora la paratiroidectomia è risultato un intervento abbastanza comune in casi affetti da iperparatiroidismo primitivo.

La maggior parte dei pazienti sono affetti da paratiroidi patologiche in sede cervicale; raramente tuttavia sono descritte ghiandole in sede ectopica. Nei primi anni '60 sono state identificate paratiroidi iperfunzionanti extracervicali [2]. Scholz e colleghi riesaminarono retrospettivamente 15 casi di ghiandole ectopiche e trovarono che 14 erano a localizzazione mediastinica [3].

Studi successivi hanno confermato che il 65-99% di paratiroidi a sede ectopica può trovarsi nel mediastino [4, 5].

Il motivo di una localizzazione mediastinica è embriologico. Il tessuto paratiroideo si sviluppa nella terza e quarta tasca faringea. Le ghiandole inferiori nascono dalla terza tasca assieme al timo, lo seguono nella sua discesa e la loro migrazione può risultare alquanto variabile. Le ghiandole superiori prendono origine dalla quarta tasca faringea lateralmente agli abbozzi della tiroide, e discendono per un breve tratto pur rimanendo localizzate al polo superiore della tiroide stessa.

In relazione al grado di discesa, possono essere localizzate all'interno del tessuto tiroideo o migrare caudalmente nel mediastino posteriore, nel solco tracheo-esofageo o posteriormente al faringe o all'esofago [6].

La localizzazione più comune di paratiroidi superiori a sede mediastinica è rappresentata dal solco tracheo-esofageo superiore dorsalmente ai nervi laringei ricorrenti, e dietro il faringe distale e l'esofago.

Le paratiroidi inferiori ectopiche sono invece tipicamente localizzate nel compartimento mediastinico anteriore a ridosso della ghiandola timica o nella regione pretracheale dietro al timo.

Un'altra sede comune ectopica mediastinica è rappresentata dalla finestra aortopolmonare che può interessare tanto le paratiroidi superiori quan-

to quelle inferiori: in questo caso potrebbe trattarsi di un difetto embriologico risalente ad uno stadio più precoce di formazione delle tasche faringee.

Gli adenomi delle paratiroidi non accessibili ad un approccio transcervicale rappresentano solo l'1-2% di tutte le paratiroidectomie [7-11]. Il primo adenoma paratiroideo mediastinico resecato venne pubblicato nel 1962 e riguardava un paziente che era stato già sottoposto in precedenza a sette interventi per sintomi correlati ad iperparatiroidismo [12]. L'approccio standard in caso di adenoma paratiroideo mediastinico poteva essere rappresentato dalla sternotomia o dalla toracotomia [6]. Il consolidamento cicatriziale e la guarigione in questi pazienti con severo iperparatiroidismo e rimaneggiamento osseo risultava problematico, soprattutto in caso di sternotomia. Sono state suggerite la sternotomia parziale ed accessi infrasterali o mediastinotomici anteriori per evitare queste complicanze [6, 10-15].

La prima resezione di un adenoma paratiroideo mediastinico in videotoracosopia (VATS) venne descritta all'inizio degli anni '90 [11]. Col perfezionamento delle tecniche di localizzazione la VATS è diventata rapidamente una tecnica codificata per pazienti con neoplasie o adenomi paratiroidi mediastinici non raggiungibili con approccio transcervicale.

## Indicazioni

Le indicazioni alla paratiroidectomia includono l'iperparatiroidismo primario (HPT), quello secondario sintomatico, quello terziario. L'orientamento corrente è quello di intervenire anche in pazienti asintomatici per prevenire le complicanze, sebbene su tale raccomandazione i pareri non siano univoci. Nel 1991 l'Istituto Nazionale della Salute (NIH) pubblicò una serie di linee guida, aggiornate nel 2002, sulla paratiroidectomia in pazienti asintomatici [16, 17] (Tab. 1).

La chirurgia in caso di HPT secondario è indicata in quei pazienti con osteodistrofia severa, prurito

**Tabella 1.** NIH Consensus Conference sull'iperparatiroidismo (1991 e 2002). Indicazioni all'intervento chirurgico

Sintomi tipici ossei, renali, gastrointestinali, muscolari; ipocalcemia con minaccia di vita
Calcemia > 11.4mg/dL
Calciuria > 400 mg/d
Densità ossea (BMD) > 2 deviazioni standard al di sotto rispetto ai controlli standard per età, sesso
Clearance della creatinina ridotta
Età < 50
Richiesta motivata da parte del paziente

**Raccomandazioni aggiuntive (2002)**

Calcemia > 1 mg/dL al di sopra del range di normalità per ciascun laboratorio
Punteggio T di densità ossea $\leq$ 2.5 in ogni sede (definizione dell'osteoporosi secondo il WHO)

intrattabile, o gravi episodi di ipocalcemia non controllabili con la dialisi. Questo rappresenta circa il 5% dei pazienti con patologia renale all'ultimo stadio. Molti Autori raccomandano una paratiroidectomia totale con autotrapianto di metà ghiandola.

Dal momento che le metodiche di localizzazione non sono effettuate di routine prima di eseguire una paratiroidectomia standard per iperparatiroidismo, molti dei pazienti visti in chirurgia toracica sono casi rioperati con ipercalcemia persistente da foci paratiroidi mediastinici non diagnosticati o casi con segni meccanici da compressione da parte di una neoformazione o con reperti radiologici abnormi [11].

Un iperparatiroidismo persistente è causato nel 16-24% da ghiandole a sede nel mediastino anteriore, soprattutto nella loggia timica [8-11], nel 14-39% da localizzazioni a livello retroesofageo, nel 5% a livello della finestra aortopolmonare.

Una cisti paratiroidea ingrandita può risultare, anche se di rado, sintomatica: in questo caso i sintomi possono essere funzionali o non funzionali. La sintomatologia locale comprende raucedine, dispnea, tensione in regione cervicale, tosse cronica, disfagia o sintomi da compressione vascolare.

Solo il 44% delle cisti mediastiniche paratiroidi comportano segni funzionali di iperparatiroidismo.

La presenza di sintomi generali e locali costituisce essa stessa un'indicazione all'intervento. Le cisti asintomatiche non funzionanti possono essere aspirate [18].

### Accertamenti preoperatori

Gli accertamenti volti alla localizzazione preoperatoria non sono raccomandati per una paratiroidectomia standard cervicale che risulta curativa in un'elevatissima percentuale di casi (90-95%) [11].

D'altra parte, pazienti con sintomi persistenti dopo chirurgia possono presentare in alta percentuale una localizzazione paratiroidea mediastinica, come già precedentemente esposto.

Il successo di un reintervento viene garantito nel 60% dei casi senza l'utilizzo di tecniche di localizzazione [19-21], mentre nel caso del loro impiego, la percentuale raggiunge il 95% dei casi [11]. Il 30% di questi pazienti può avere più di un focus ectopico. Gli studi preoperatori pertanto garantiscono informazioni preziose al chirurgo toracico per la pianificazione dell'intervento, specialmente se effettuato con approccio videoassistito.

La TAC risulta utile per la definizione di ghiandole paratiroidi di diametro maggiore di 1.0 cm mentre ghiandole di dimensioni minori sono di difficile identificazione (Fig. 1). Altre metodiche utilizzabili sono rappresentate dalla scintigrafia con Tecnezio 99m sestamibi, dalla MRI, dall'ecografia, dallo studio dei livelli ematici del paratormone.

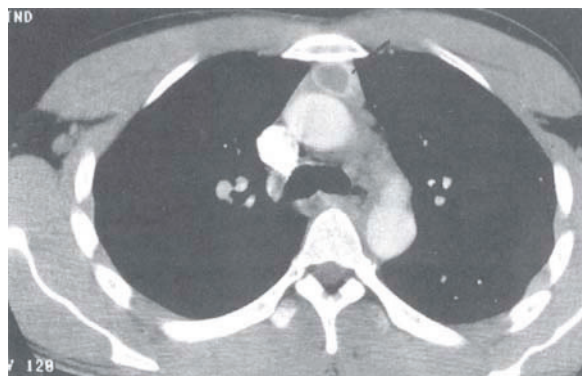
La scintigrafia con sestamibi (Fig. 2) garantisce la maggiore sensibilità nella localizzazione di ghiandole ectopiche. Tuttavia non permette una precisa localizzazione senza l'impiego concomitante della TAC o della MRI. L'ecografia transesofagea (TEE) può essere impiegata per eseguire biopsie di lesioni paraesofagee e di cisti paratiroidi.

### Tecnica chirurgica

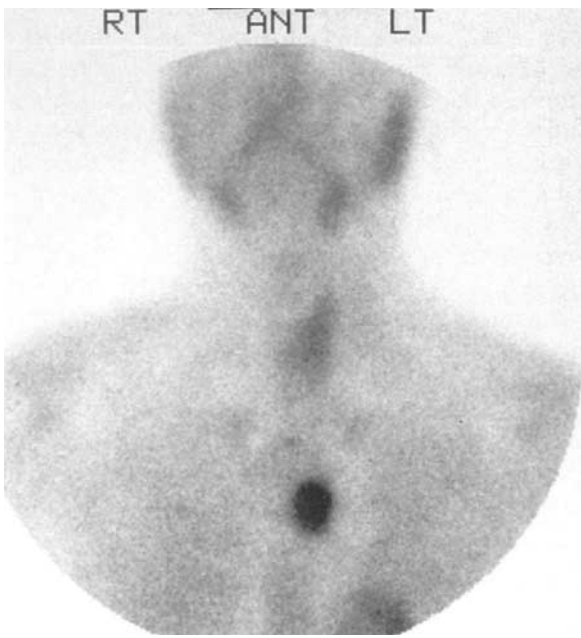


L'approccio toracoscopico deve essere sempre guidato dagli studi preoperatori di localizzazione della ghiandola ectopica.

Come per tutte le tecniche VATS viene utilizzato un tubo endotracheale a doppio lume che permetta una ventilazione monopolmonare durante



**Fig. 1.** Immagine TAC di adenoma ectopico della paratiroide localizzato al davanti dell'aorta ascendente. Da: C Medrano et al. [11]. Per gentile concessione di Elsevier



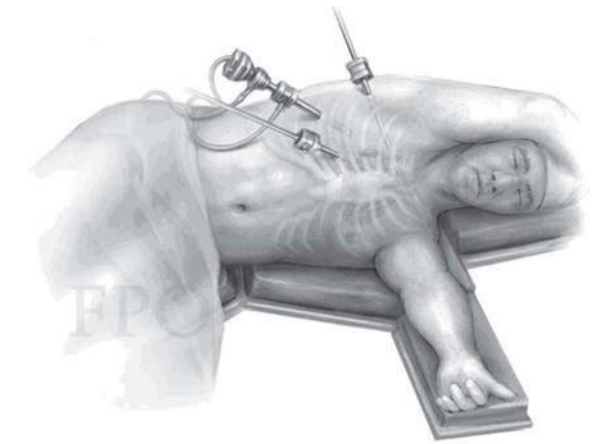
**Fig. 2.** Scintigrafia con Tecnezio 99m sestamibi che rivela un adenoma paratiroidico mediastinico. Da: Medrano C et al. [11]. Per gentile concessione di Elsevier

l'intervento. La sede delle porte di accesso verrà determinata da quanto emerso nell'inquadramento radiologico-strumentale preoperatorio. Il paziente viene solitamente posto in decubito laterale, come per una toracotomia, che consente di ottimizzare l'accesso al torace. Se viene programmata anche la timectomia, questa può essere eseguita dal lato destro come dal sinistro.

Si utilizzano in genere tre porte endoscopiche avendo l'avvertenza di posizionare i trocaris anteriormente alla linea ascellare posteriore per ridurre il minimo il rischio di lesioni del nervo intercostale. In questi pazienti spesso non si posizionano toracoports specifici ma si inseriscono direttamente gli strumenti endoscopici attraverso una breccia della parete. Un trocar viene comunque sempre collocato nella sede di ingresso del videotorascopio. Può essere impiegata anche l'insufflazione di CO<sub>2</sub> anche se risulta in genere di utilità limitata (Fig. 3).

Il polmone collassato viene traziionato posteriormente per esporre il mediastino. In molti casi la ghiandola ectopica viene agevolmente localizzata ed asportata utilizzando pinze da presa, forbici endoscopiche, elettrobisturi. Particolare attenzione deve essere sempre rivolta ad evitare lesioni del nervo frenico.

In caso di neoformazioni localizzate nel timo, queste possono essere resecate attraverso una timectomia parziale se la ghiandola ectopica viene prontamente individuata. Le ghiandole ectopiche risultano di colore bruno-rossiccio e si distinguo-



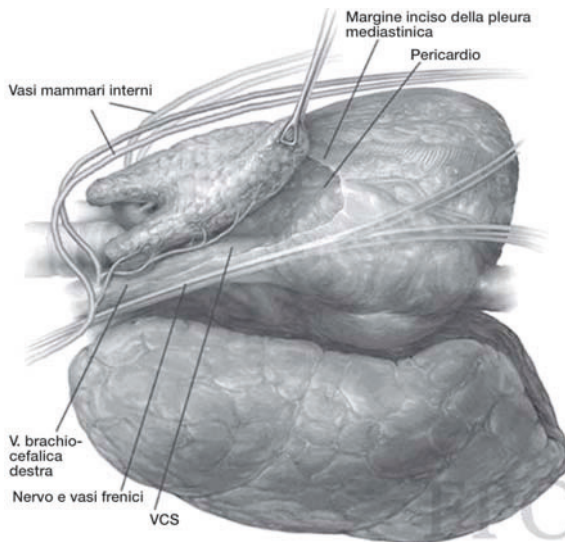
**Fig. 3.** Posizionamento di tutte le porte anteriormente alla linea ascellare posteriore. La porta più craniale si situa tra il 3°-5° spazio intercostale e le rimanenti due al 7° spazio intercostale. In pazienti di sesso femminile le sedi delle porte possono essere disposte al di sopra del solco sottomammario per motivi estetici. Da: SR Hazelrigg: Thoracoscopic or video-assisted (VATS) thymectomy. In: ED Patterson (ed) (2004) Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery. A Comparative Atlas. WB Saunders Company, pp 184-192. Per gentile concessione di Elsevier

no di solito agevolmente dal tessuto timico. Se invece non è possibile identificarle si rende necessario l'intervento videotorascopico di timectomia totale. Gli Autori preferiscono eseguire la timectomia dal lato destro, iniziando dal polo inferiore per poi procedere nella dissezione fino alla giunzione del tronco brachiocefalico con la vena cava superiore. I vasi venosi del timo vengono chiusi con endoclips avendo l'accortezza di eseguire una trazione moderata essendo piuttosto fragili e delicati (Fig. 4). I corni timici superiori possono essere contrassegnati da esiti cicatriziali dovuti all'intervento chirurgico precedente. Terminata la timectomia si mettono in luce le vene brachiocefalica, anonima e la vena cava superiore scheletrizzate (Fig. 5).

Il solco tracheoesofageo di destra e gli spazi retroesofagei possono essere raggiunti con un accesso destro. La dissezione inizia al di sopra della vena azygos e prosegue con direzione rettilinea. Per ridurre i rischi di una lesione del nervo laringeo ricorrente è raccomandabile fare un uso minimo dell'elettrobisturi nei pressi del solco tracheoesofageo.

## Risultati e prospettive future

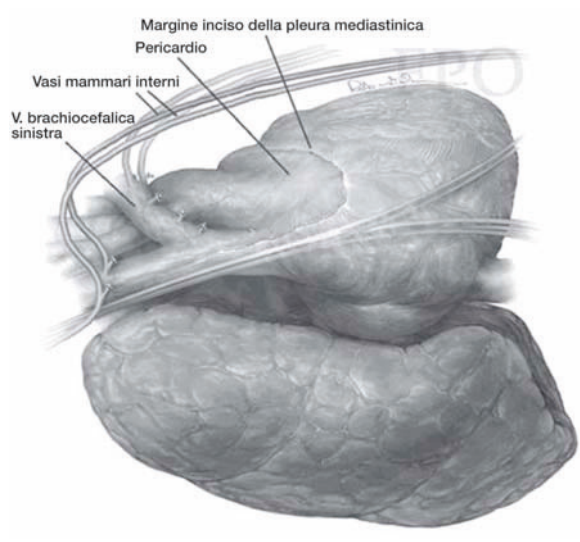
L'approccio VATS pare offrire vantaggi significativi nei confronti di altri accessi "open" quali la ster-



**Fig. 4.** Il videoendoscopio viene introdotto e si esamina l'intero emitorace. Il nervo frenico destro è identificato e delicatamente preservato durante la dissezione. In molti casi non si inseriscono trocari ma si utilizza uno strumentario convenzionale come pinze ad anello direttamente attraverso le breccie effettuate sulla parete toracica. La dissezione timica comincia dal polo inferiore di destra al di sopra del pericardio. La pleura mediastinica viene incisa ed il timo può essere sollevato ed agevolmente liberato dal pericardio. Da: SR Hazelrigg: Thoracoscopic or video-assisted (VATS) thymectomy. In: ED Patterson (ed) (2004) Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery. A Comparative Atlas. WB Saunders Company, pp184-192. Per gentile concessione di Elsevier

notomia e la toracotomia. La durata dell'intervento nei casi trattati dagli Autori è stata breve e tutti i pazienti sono stati dimessi in terza giornata [11]. In uno solo dei 7 pazienti, pari al 14%, si è registrata una complicanza minore, rappresentata da una nevralgia intercostale risoltasi in 2 settimane. Questi dati contrastano con quanto segnalato da Russell e collaboratori che, dopo sternotomia, hanno riportato il 21% di complicanze polmonari, l'8% di complicanze relative alla ferita chirurgica, come pure alcuni casi di aritmia da fibrillazione striale e di trombosi venosa profonda [22]. Conn e collaboratori hanno riferito una percentuale di complicanze del 19% (4 pazienti su 21) dopo sternotomia per resezione di paratiroidi ectopiche [21].

Secondo gli Autori la tecnica videoassistita rappresenta un approccio ideale per i casi rari di paratiroidi ectopiche mediastiniche. In letteratura sono stati riportati diversi casi di paratiroidectomia mediastinica in VATS: sono da rammentare tre singole segnalazioni ed una esperienza combinata di 5 casi. In tutti questi casi le ghiandole sono state asportate con successo.



**Fig. 5.** Il timo completamente liberato viene raccolto in un *endobag* e ritirato attraverso la porta più anteriore. Dopo la timectomia il mediastino viene esplorato ed ogni area sospetta di tessuto adiposo viene rimossa. La vena brachiocefalica andrebbe scheletrizzata con ottimale esposizione della giunzione con la vena cava superiore. Il posizionamento al termine di un drenaggio endopleurico può essere non necessario. In molti casi non si lascia in situ un drenaggio ma a polmone espanso si testa con un catetere soffice collegato a valvola ad acqua la presenza di fuga aerea: se questa è assente il catetere viene prontamente rimosso. Le porte toracoscopiche vengono chiuse con punti riassorbibili. Da: SR Hazelrigg: Thoracoscopic or video-assisted (VATS) thymectomy. In: Patterson ED (ed) (2004). Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery. A Comparative Atlas. WB Saunders Company, pp 184-192. Per gentile concessione di Elsevier

Più recentemente sono state introdotte tecniche di localizzazione radioguidata intraoperatoria in VATS, analoghe alla ricerca del linfonodo sentinella [8, 9].

È stata pubblicata recentemente la resezione di paratiroidi mediastiniche in chirurgia robotica ma pare che al momento non produca sostanziali vantaggi [23].

## Conclusioni

La resezione di paratiroidi ectopiche in VATS garantisce vantaggi reali rispetto alle tecniche "open".

Fondamentale risulta uno studio completo preoperatorio volto ad una corretta localizzazione della patologia, che possa guidare la procedura videoassistita. Per paratiroidi localizzate in prossimità

dell'esofago la diagnosi può essere confermata con la biopsia in TEE.

Senza dubbio l'approccio videoassistito risulta allo stato dei fatti la tecnica migliore disponibile.

## Bibliografia

- Colachio TA, Lo Gerfo P, Feind C (1980) Surgical treatment of parathyroid disease: a review. *Head Neck Surg* 2:487-496
- Wang C (1976) The anatomic basis of parathyroid surgery. *Ann Surg* 183:271-275
- Scholz DA, Purnell DC, Woolner LB et al (1973) Mediastinal hyperfunctioning parathyroid tumors: review of 14 cases. *Ann Surg* 178:173-178
- Russell CF, Grant CS, Vanheerden JA (1982) Hyperfunctioning supernumerary parathyroid glands. An occasional cause of hyperparathyroidism. *Mayo Clin Proc* 57:121-124
- Dubost CI, Bouteloup PY (1988) Mediastinal exploration by sternotomy in surgery of hyperparathyroidism. 36 cases. *J Chir (Paris)* 125:631-637
- Shields TW (2000) *General Thoracic Surgery (Fifth Edition)* Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
- Kumara, Kumar S, Aggarwal S et al (2002) Thoracoscopy: the preferred method for excision of mediastinal parathyroids. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 12:295-300
- Ott MC, Malhaner RA, Reid R (2001) Intraoperative radioguided thoracoscopic removal of ectopic parathyroid adenoma. *Ann Thorac Surg* 72:1758-1760
- O'Herrin JK, Weigel T, Wilson M et al (2002) Radioguided parathyroidectomy via VATS combined with intraoperative parathyroid hormone testing: the surgical approach of choice for patients with mediastinal parathyroid adenomas? *J Bone Miner Res* 17:1368-1371
- Cupisti K, Dotzenrath C, Simon D et al (2002) Therapy of suspected intrathoracic parathyroid adenomas. Experiences using open transthoracic approach and video-assisted thoracoscopic surgery. *Langenbecks Arch Surg* 386:488-493
- Medrano C, Hazelrigg SR, Landreneau RJ et al (2000) Thoracoscopic resection of ectopic parathyroid glands. *Ann Thorac Surg* 69:221-223
- Bauer W, Federman DD (1962) Hyperparathyroidism epitomized: the case of Capt. Charles E Martell. *Metabolism* 11:21-29
- Kido T, Hazama K, Inoue Y et al (1999) Resection of anterior mediastinal masses through an infrasternal approach. *Ann Thorac Surg* 67:263-265
- Schlinkert RT, Whitaker MD, Argueta R (1991) Resection of select mediastinal parathyroid adenomas through an anterior mediastinotomy. *Mayo Clin Proc* 66:1110-1113
- Gaz RD, Doubler PB, Wang CA (1987) The management of 50 unusual hyperfunctioning parathyroid glands. *Surgery* 102:949-957
- NIH Conference (1991) Diagnosis and management of asymptomatic primary hyperparathyroidism: consensus development conference statement. *Ann Intern Med* 114:593-597
- Silverberg SJ, Bilezikian JP (2004) Asymptomatic primary hyperparathyroidism: a medical perspective. *Surg Clin North Am* 84:787-801
- Shields TW, Immerman SC (1999) Mediastinal parathyroid cysts revisited. *Ann Thorac Surg* 67:581-590
- Wang C, Gaz RD, Moncure AC (1986) Mediastinal parathyroid exploration: a clinical and pathologic study of 47 cases. *World J Surg* 10:687-695
- Clark OH (1988) Mediastinal parathyroid tumors. *Arch Surg* 123:1096-1100
- Conn JM, Goncalves MA, Mansour K et al (1991) The mediastinal parathyroid. *Am Surg* 57:62-66
- Russell CF, Edis AJ, Scholz DA et al (1981) Mediastinal parathyroid tumors: experience with 38 tumors requiring mediastinotomy for removal. *Ann Surg* 193:805-809
- Bodner J, Profanter C, Prommegger R et al (2004) Mediastinal parathyroidectomy with the da Vinci robot: Presentation of a new technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 127:1831-1832

## Premesse

Dal 1724, quando Boerhaave descrisse per la prima volta un caso di mediastinite acuta fulminante [1], numerosi clinici hanno cercato di inquadrare questo severo processo flogistico, caratterizzato da elevata gravità e rapida evoluzione in senso peggiorativo.

Coller ed Yglesias nel 1937 e Pearse nel 1938 [2, 3] compresero per primi che il processo mediastinitico migrava e si diffondeva rapidamente, interessando regioni e spazi cervicali delimitati da setti e piani connettivali che si continuavano nel mediastino.

In era preantibiotica le mediastiniti croniche, la cui prima descrizione è da attribuirsi a Tonnele [4] nel 1829, pareggiavano in frequenza le forme acute, ed erano causate nella maggior parte dei casi da tubercolosi evolutiva, sifilide, ascessi peritonsillari ed angina di Ludwig [4, 5].

L'avvento degli antibiotici determinò una notevole riduzione dell'incidenza delle mediastiniti di origine tubercolare e la scomparsa completa delle forme associate alla sifilide. Negli ultimi anni questa tendenza sembra si stia invertendo. Gli stati di immunodeficienza acquisita e la diffusione di trattamenti farmacologici, citotossici ed immunosoppressivi hanno favorito la comparsa di processi mediastinitici causati da infezioni opportunistiche, soprattutto di origine micotica (*Aspergillus*, *Candida*, *Cryptococcus*). L'attuale utilizzo routinario di procedure diagnostiche e terapeutiche invasive ha poi contribuito al notevole aumento dei casi di mediastiniti acute iatrogene.

## Classificazione

Le mediastiniti, pur riconoscendo numerosi agenti e condizioni eziopatogenetiche, presentano limitate caratteristiche anatomo-patologiche (Tab. 1).

Nelle forme croniche il quadro morfologico predominante è quello di un processo granulomatoso con proliferazione fibrosa e sclerosi progressiva del connettivo mediastinico, che determina compressione e stiramento delle strutture in esso immerse: dai grossi vasi intratoracici (vena cava superiore, ve-

**Tabella 1.** Classificazione eziopatogenetica delle mediastiniti

### Infettive

#### Acute

Suppurative (localizzate con formazione di ascesso mediastinico)  
Discendenti necrotizzanti

#### Croniche

Granulomatose sclerosanti

### Idiopatiche

Associate a  
Fibrosi retroperitoneale  
Colangite sclerosante  
Tiroidite di Riedel

### Farmacologiche

Metisergide

na azygos, vena anonima) sino al coinvolgimento progressivo degli altri organi a parete più consistente (esofago e trachea).

Dal punto di vista eziologico distinguiamo forme derivanti dall'evoluzione granulomatosa di processi flogistici di origine fungina (*Aspergilloso*, *Criptococcosi*, *Blastomicosi*, *Mucormicosi*) o tubercolare, mediastiniti causate da infezioni batteriche non comuni come *nocardiosi*, *actinomicosi*, che sono comunque rare, forme idiopatiche, associate a sarcoidosi, a malattie autoimmuni, a neoplasie ed ad assunzione di farmaci [6].

Le forme infettive acute possono essere primarie o secondarie.

Le mediastiniti primarie sono molto rare, possono insorgere spontaneamente o in associazione a infezioni delle alte e basse vie respiratorie (faringiti, broncopolmoniti) e tendono ad autolimitarsi con completa risoluzione del quadro clinico.

Molto più frequenti sono le forme secondarie ad infezioni originate in altre sedi o conseguenti ad eventi contaminanti [7].

Le perforazioni esofagee spontanee e iatrogene rappresentano le maggiori cause di mediastinite acuta, seguite dalle infezioni postoperatorie conseguenti alle procedure chirurgiche trans-sternotomiche.

Meno frequenti ma altrettanto gravi sono le forme discendenti necrotizzanti, originate da infezioni primarie orofaringee o cervicali. Le mediastiniti acute determinano stati infettivi di estrema gravità clinica, sia perché evolvono rapidamente in sepsi sistemiche, sia perché, diffondendo nel tessuto connettivo mediastinico e nello spazio intrapleurico, determinano la progressiva compromissione degli organi deputati al mantenimento delle funzioni vitali come l'apparato cardiocircolatorio e quello respiratorio. Nella definizione del piano terapeutico della maggior parte delle forme gravi di mediastinite acuta l'antibioticoterapia, preferibilmente mirata, deve essere necessariamente associata alla terapia chirurgica. L'efficacia del trattamento chirurgico dipende infatti dalla rapidità con cui viene messo in atto e soprattutto dalla scelta di un approccio, talvolta anche aggressivo, capace, comunque, di garantire un completo drenaggio di tutte le raccolte ascessualizzate e la totale escissione del tessuto necrotico mediastinico [8-11].

In alcune forme discendenti necrotizzanti ed in alcuni processi suppurativi mediastinici, la videotoroscopia si rivela una valida alternativa ad interventi chirurgici molto aggressivi, connessi ad elevata morbilità e mortalità, in pazienti che si presentano già notevolmente compromessi, date le gravi condizioni settiche di partenza [12-15].

### Accesso videotoroscopico alle regioni mediastiniche

Nel trattamento videotoroscopico delle mediastiniti le scelte inerenti il lato in cui condurre l'intervento, la posizione del paziente e degli operatori, e le angolazioni ottimali dei trocar necessitano di un accurato studio topografico delle lesioni mediastiniche.

In presenza di un versamento pleurico bilaterale sintomatico si dovrà procedere al drenaggio del cavo pleurico dal lato opposto all'accesso toracoscopico.

In letteratura sono stati riportati pochi casi di mediastinite trattati con successo in videotoroscopia; per tale motivo non esistono attualmente procedure tecniche standardizzate. Ci troviamo, inoltre, di fronte ad un processo morboso che per la sua stessa natura si manifesta sempre in modo diverso, con tendenza a diffondere e coinvolgere regioni diverse.

### Accesso videotoroscopico al mediastino anteriore

Il paziente viene posizionato in decubito laterale con parziale rotazione posteriore del tronco sul suo asse maggiore, al fine di consentire una più agevole esposizione. L'arto superiore può essere lasciato cadere sopra il braccio opposto, in modo da sollevare la scapola ed allargare gli spazi intercostali sul versante postero-inferiore del torace.

Una volta escluso il polmone si posiziona un trocar toracico da 10 mm in corrispondenza del VI-VII spazio intercostale sulla linea ascellare media, attraverso il quale si inserisce un'ottica con un angolo visuale di 30° che consente l'esplorazione di ogni spazio della cavità toracica.

Successivamente, sotto controllo visivo endoscopico, si introducono altri due trocar rispettivamente sul II o III e sul IV o V spazio al livello della linea ascellare posteriore. Questi consentono di eseguire le principali manovre operative, mediante l'inserzione di dissectori, pinze da presa, forbici, elettrodo monopolare ad uncino e strumenti di irrigazione-aspirazione.

Un ulteriore accesso nel VII o VIII spazio intercostale, in corrispondenza dell'ascellare posteriore, permette l'inserimento di strumenti divaricatori o retrattori, ai fini di migliorare l'esposizione del campo operatorio.

La disposizione finale dei trocar sulla parete toracica descriverà la forma di una L con braccio corto orizzontale e rivolto anteriormente (Fig. 1).

### Accesso videotoroscopico al mediastino posteriore

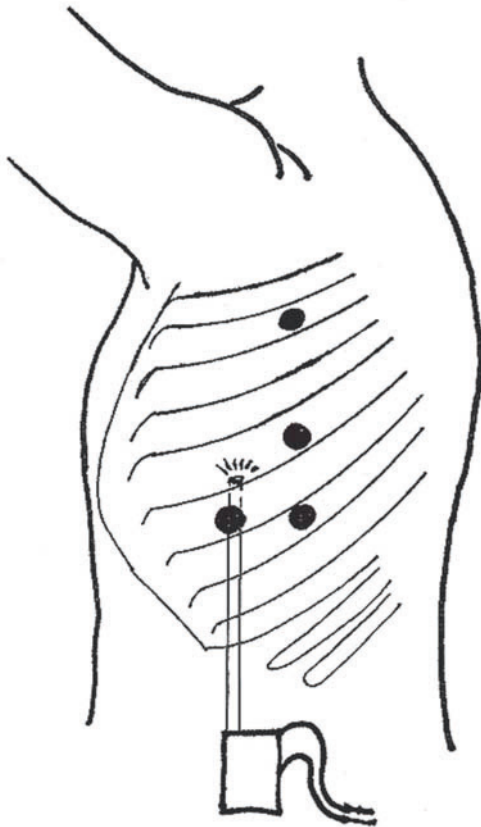
Il decubito preferito per il paziente è laterale con lieve rotazione anteriore del tronco sul suo asse maggiore.

È consigliata l'abduzione del braccio superiore di almeno 90%, come nella posizione della toracotomia ascellare, per il vantaggio di una maggiore dilatazione degli spazi intercostali alti e anteriori.

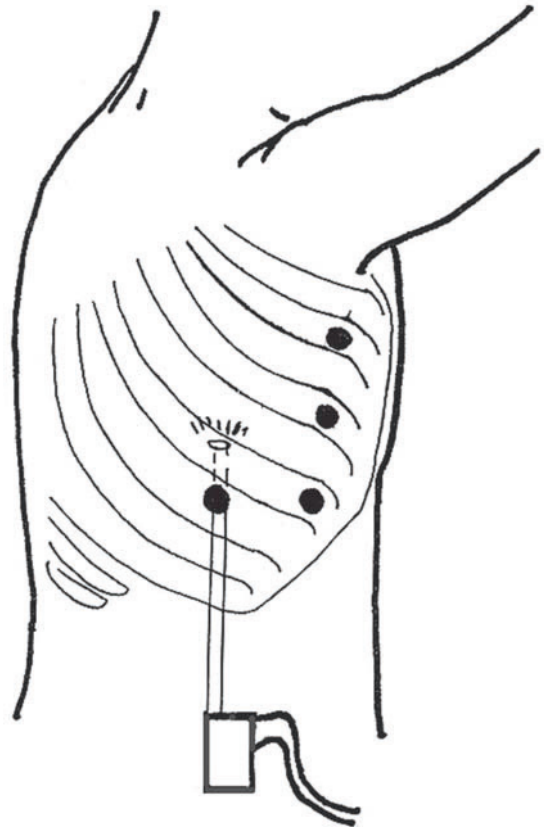
L'ottica, con angolo di visione di 30° entra mediante un trocar da 10 mm inserito in corrispondenza del VI o VII spazio intercostale lungo la linea ascellare media.

L'esposizione del campo operatorio può essere facilitata dall'utilizzo di strumenti per la divaricazione e la retrazione, che di solito hanno la loro porta d'ingresso anteriormente all'ottica, al livello della linea ascellare anteriore sul V o VI spazio.

L'introduzione degli strumenti operativi (forbici, dissectori, uncino, aspiratore) avviene utilizzando



**Fig. 1.** Schema esemplificativo di angolazione dei trocar per accesso videotoracoscopico al mediastino anteriore



**Fig. 2.** Schema esemplificativo di angolazione dei trocar per accesso videotoracoscopico al mediastino posteriore

do gli ulteriori accessi cutanei che preferibilmente vengono allestiti sul II o III e sul IV o V spazio intercostale, lungo la linea ascellare anteriore. La disposizione dei vari trocar sulla parete toracica, anche in questo caso, configurerà una L con braccio corto rivolto posteriormente (Fig. 2).

## La mediastinite discendente necrotizzante (DNM)



La mediastinite discendente necrotizzante (DNM) è una rara forma di mediastinite acuta, associata ad elevata morbilità e mortalità, che di norma origina nella regione cervicale e diffonde nel cellulare mediastinico, lungo i piani fasciali cervico-toracici. Il 60% circa dei casi di DNM descritti

in letteratura originano da un'infezione odontogena (ascesso dentale) [9] (Fig. 3). Altre possibili cause comprendono gli ascessi retrofaringei, quelli peritonsillari, le linfadeniti cervicali, le parotiti, le tiroiditi, i traumi e le lesioni iatrogene.

## Vie di diffusione

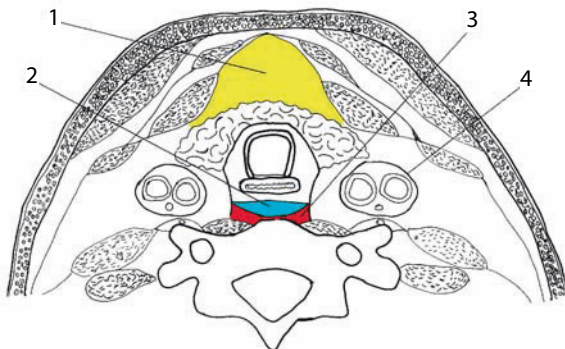
Il processo flogistico necrotizzante, caratteristico di questa forma particolare di mediastinite, dalla zona cervicale, dove origina, si diffonde progressivamente nel mediastino. La discesa intratoracica è favorita dalle variazioni di volume della gabbia toracica dovute ai movimenti respiratori, dalla pressione negativa intratoracica e dalla forza di gravità [10, 16, 17].



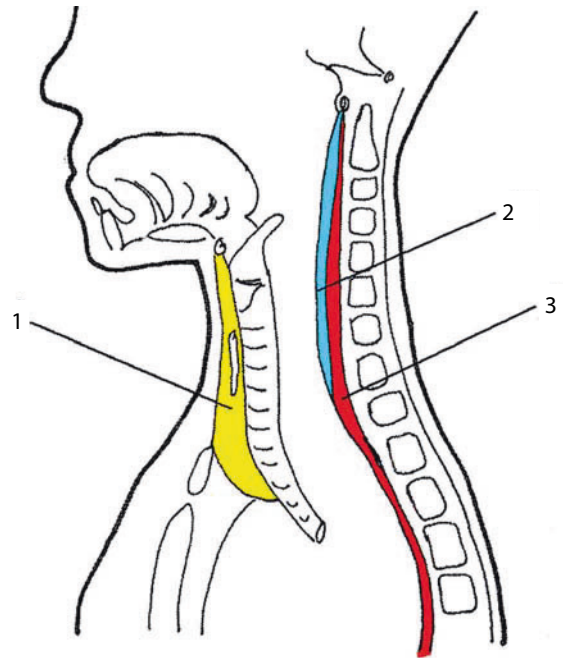
**Fig. 3.** Radiografia dell'emimandibola destra con evidenza del processo infiammatorio odontogeno a carico del II°-III° molare

Le vie di propagazione sono delimitate dalla fascia cervicale superficiale e dai tre strati in cui risulta divisa la fascia cervicale profonda: lo strato pretracheale, quello viscerale e quello prevertebrale. Tali piani connettivali delimitano tre regioni anatomiche: pretracheale, perivascolare e prevertebrale. Quest'ultima, la più importante delle tre in chiave fisiopatologica, è a sua volta composta da uno spazio retrofaringeo, più limitato, ed uno spazio prevertebrale vero e proprio, definito anche *danger space*, che si estende dalla base cranica al diaframma e rappresenta la regione più frequentemente coinvolta e maggiormente responsabile della propagazione dell'infezione (Figg. 4 e 5).

Queste regioni sono in continuità con gli spazi e le fasce cervicali localizzati superiormente all'osso ioide e la conoscenza dei loro rapporti è fondamentale ai fini della successiva programmazione dell'intervento chirurgico [8, 18, 19].



**Fig. 4.** Sezione trasversale della regione cervicale: 1) Spazio pretracheale; 2) Spazio retrofaringeo; 3) Spazio prevertebrale; 4) Guaina carotidea



**Fig. 5.** Sezione sagittale della regione cervicale: 1) Spazio pretracheale; 2) Spazio retrofaringeo; 3) Spazio prevertebrale

## Diagnosi

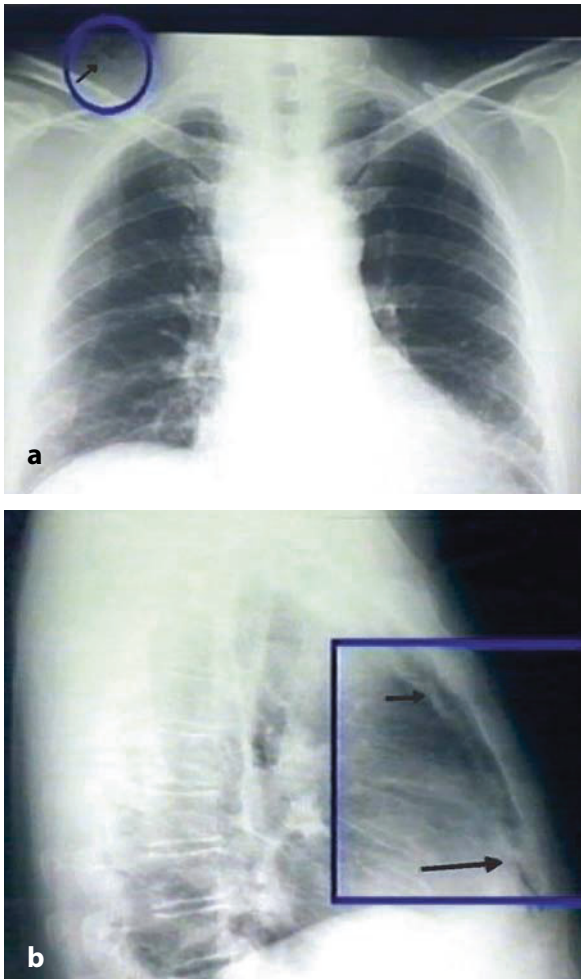
Febbre, dolore, tumefazione locale ed enfisema sottocutaneo definiscono l'esordio clinico di un'infezione cervicale. L'evoluzione progressiva in mediastinite discendente è caratterizzata dalla comparsa di toracoalgia, dispnea, disfagia, disturbi del ritmo cardiaco, insufficienza respiratoria e circolatoria rapidamente progressive, fino alla sepsi generalizzata.

Il sospetto clinico deve essere suffragato dall'esame strumentale. La radiografia standard del torace fornisce segni caratteristici (Tab. 2) che però possono comparire tardivamente e risultare di difficile interpretazione (Fig. 6 a, b).

Fondamentale ai fini di una diagnosi precoce e della programmazione dell'intervento chirurgico è lo studio TAC delle regioni cervicale e toracica. Si

**Tabella 2.** Criteri radiologici propri della DNM

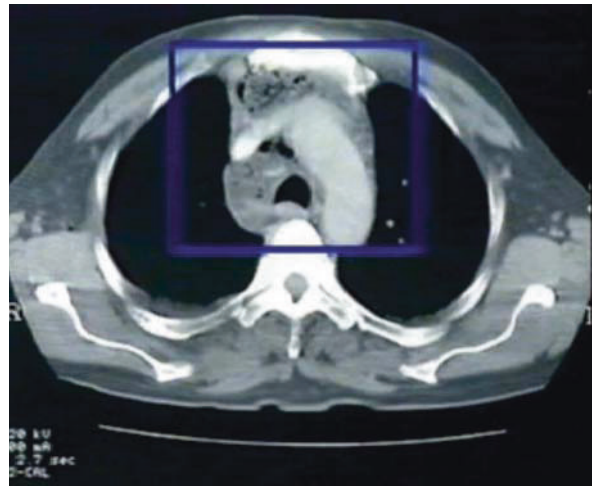
- allargamento dell'ombra mediastinica superiore
- spostamento anteriore della colonna d'aria tracheale
- pneumomediastino
- opacità retrosternale e/o retrocardica
- versamento pleurico
- versamento pericardico



**Fig. 6a, b.** Radiografia del torace. **a** Proiezione postero-anteriore che evidenzia uno slargamento del mediastino superiore destro e la presenza di enfisema sottocutaneo sovraclaveare destro. **b** Proiezione laterale con evidenza di pneumomediastino anteriore (freccie)

possono così evidenziare l'infiltrazione dei tessuti molli cervicali, associata ad enfisema, con perdita dei normali piani anatomici, lo spandimento e la discesa a colata nel mediastino del processo necrotizzante e la presenza di raccolte ascessualizzate più o meno localizzate con bolle d'aria nel loro interno (Fig. 7).

La TAC, attraverso controlli seriatati, permetterà poi nel postoperatorio di monitorare l'evoluzione della malattia, evidenziando la risoluzione delle raccolte ascessuali drenate, la loro persistenza o la comparsa di nuove raccolte, che potrebbero necessitare di un ulteriore trattamento [11, 20].



**Fig. 7.** Quadro TAC che presenta una raccolta fluida paratracheale destra ed un'altra raccolta mediastinica nel cui contesto sono presenti bolle aeree

### Trattamento

Diagnosi precoce e trattamento chirurgico tempestivo sono i fattori che possono ridurre significativamente l'elevata mortalità connessa a questa malattia, che si attesta intorno al 30-40% [10, 20, 21]. La DNM rappresenta una grave infezione polimicrobica che necessita di un immediato trattamento medico con associazione di più antibiotici ad ampio spettro d'azione nella fase empirica e di una antibioticoterapia mirata nelle fasi successive. La sola terapia medica è tuttavia spesso inadeguata e insufficiente e necessita sempre di un trattamento chirurgico complementare. La finalità dell'intervento chirurgico è quella di ottenere, attraverso le manovre di sbrigliamento, una completa toilette del tessuto necrotico cervicale e mediastinico e di garantire un efficace drenaggio pleuromediastinico e/o pericardico attraverso un adeguato posizionamento dei drenaggi.

A fronte di numerosi pareri discordanti sul tipo di intervento chirurgico, numerosi Autori ritengono che la valutazione dell'estensione del processo flogistico è prioritaria alla scelta dell'approccio chirurgico ottimale.

Hasegawa nel 2000 classifica le mediastiniti discendenti necrotizzanti in base all'entità della diffusione, definendone le modalità di trattamento chirurgico più appropriato [22] (Tab. 3).

Il tipo I si giova frequentemente del solo drenaggio chirurgico trans-cervicale.

Nel tipo IIA può essere garantito un adeguato drenaggio con approcci chirurgici mininvasivi come la videotoracoscopia o il drenaggio mediastini-

**Tabella 3.** Classificazione della DNM in base all'entità della diffusione

Tipo I:	Interessamento del mediastino superiore con limite inferiore rappresentato dalla carena tracheale anteriormente e dalla IV vertebra dorsale posteriormente.
Tipo IIA:	Estensione del processo flogistico nel mediastino antero-inferiore con limite al diaframma.
Tipo IIB:	Estensione del processo flogistico nel mediastino antero-inferiore e postero-inferiore.

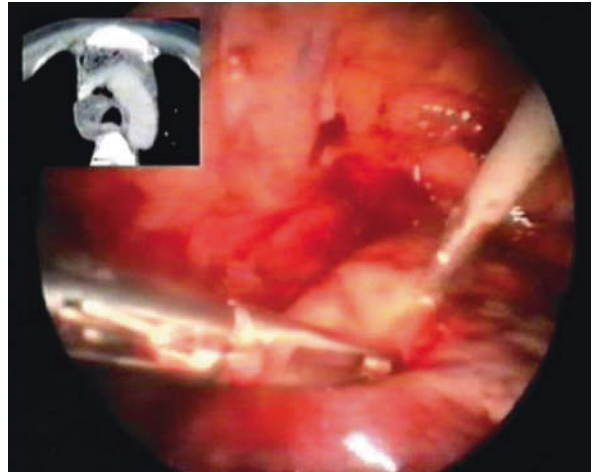
co subxifoideo, combinato con mediastinotomia anteriore sec. Chamberlain, associati a cervicotomia.

Nel tipo IIB, in cui si rende necessaria l'esposizione di tutti i compartimenti mediastinici, una toracotomia postero-laterale destra garantisce un agevole controllo di tutte le regioni e spazi anatomici, compresi la cavità pleurica ed il pericardio. L'approccio destro viene di solito preferito in quanto la discesa del processo necrotizzante tende ad estrinsecarsi maggiormente da questo lato, trovando nell'arco aortico una linea di opposizione naturale alla sua progressione [8, 10, 11, 23].

Sono stati riportati con successo anche trattamenti con approcci chirurgici più aggressivi come la sternotomia mediana e la toracotomia anteriore bilaterale con sternotomia trasversa (clamshell) [24, 25].

Dal 1997, quando Roberts [13] per primo descrisse un caso di mediastinite posteriore da perforazione esofagea iatrogena trattato con successo per via videotoroscopica, numerosi successivi lavori hanno dimostrato l'efficacia terapeutica di tale tecnica. [12, 14, 15] Il trattamento mininvasivo videotoroscopico trova applicabilità elettiva nei casi che presentano formazioni ascessuali localizzate e facilmente aggredibili (Fig. 8).

Data la maggior esposizione anche delle regioni anteriori e considerata la protezione naturale offerta dall'arco dell'aorta, viene preferito, di solito, un accesso videotoroscopico destro. Tale approccio consente una buona esplorazione del cavo pleurico e del mediastino, con la possibilità di eseguire agevolmente le manovre di toilette, drenaggio, decorticazione, posizionamento corretto dei tubi toracici e confezionamento di finestre pleuro-pericardiche in caso di tamponamento cardiaco. La videotoroscopia, inoltre, apporta notevoli vantaggi in termini di riduzione dello stress postoperatorio e della morbidità postoperatoria, permettendo il trattamento anche di pazienti notevolmente defedati, in cui un intervento chirurgico



**Fig. 8.** Quadro video-toroscopico in cui si esegue incisione e sbrigliamento di una raccolta mediastinica anteriore

aggressivo finirebbe per favorire un peggioramento dello stato generale di partenza.

### Mediastiniti acute da perforazioni esofagee

Le perforazioni esofagee sono la causa più frequente di mediastinite acuta. Cinque sono i gruppi principali in cui possono essere classificate le perforazioni esofagee in base all'evento eziopatogenetico che le ha determinate (Tab. 4).

**Tabella 4.** Classificazione eziopatogenetica delle perforazioni esofagee

- Spontanea
  - Vomito incoercibile
- Traumatica
  - Corpi estranei
  - Ferite penetranti del torace
  - Trauma toracico chiuso
- Iatrogena
  - Dilatazione endoscopica
  - Esofagoscopia
  - Biopsie esofagee
- Chirurgica
  - Miotomia esofagea
  - Complicanze chirurgia esofagea (deiscenza sutura in diverticolectomia, od anastomosi esofagee)
  - Linfadenectomia ilo-mediastinica
- Patologica
  - Ulcera penetrante
  - Erosione neoplastica



**Fig. 9.** Esofagogramma che evidenzia la presenza di uno spandimento del mdc sede di lesione esofagea

Obiettivi del trattamento sono: l'eliminazione della fonte di contaminazione mediastinica mediante riparazione chirurgica o esclusione della soluzione di continuità della parete esofagea, l'adeguato drenaggio mediastinico, l'antibioticoterapia appropriata ed il mantenimento di un sufficiente apporto calorico. L'atto terapeutico finale è la ricanalizzazione del tratto alimentare. Tutti questi obiettivi possono essere raggiunti, in casi selezionati, anche con tecniche mininvasive.

Una corretta e precoce diagnosi è importantissima per poter effettuare rapidamente una terapia chirurgica che sia la più efficace possibile. La mortalità nelle forme trattate con ritardo è del 70% nelle prime 24 ore e raggiunge il 95% dopo 48 ore [26, 27].

L'esofagogramma con mezzo di contrasto idrosolubile è l'esame dotato di maggiore accuratezza nel confermare la diagnosi e nell'individuare la sede della lesione esofagea (Fig. 9).

### Trattamento videotoracoscopico

I tratti esofagei superiore e medio si controllano preferibilmente con accesso videotoracoscopico destro. Una buona esposizione dell'esofago distale è invece ottenuta mediante toracoscopia sinistra [28].

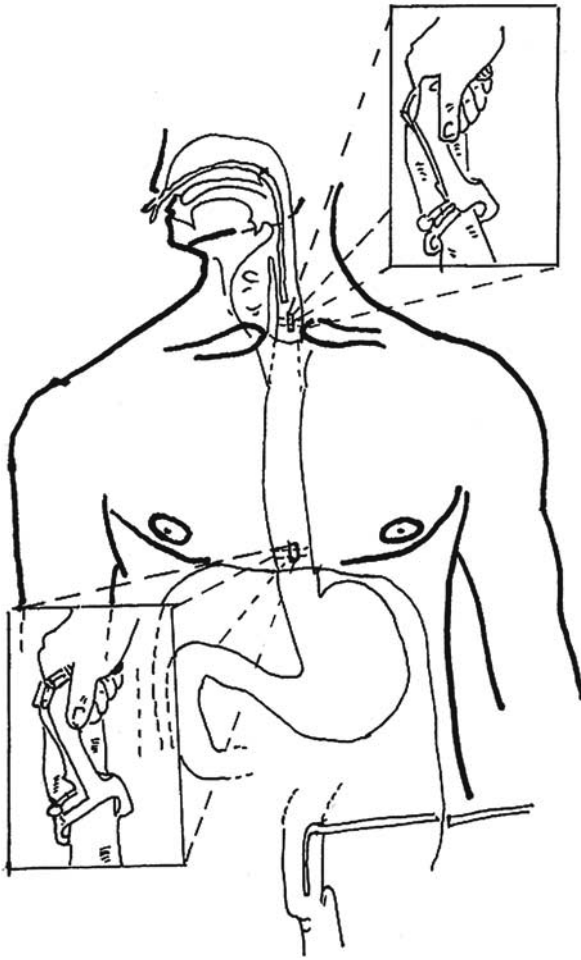
La prima fase dell'intervento chirurgico deve essere condotta con particolare attenzione, poiché condiziona il buon esito di tutto il trattamento. Necessita di una valutazione accurata dell'estensione del processo mediastinitico e delle eventuali raccolte ascessuali associate, con esplorazione completa della cavità pleurica e dei compartimenti del mediastino.

Nei casi in cui venga confermata la possibilità terapeutica di un approccio mininvasivo videotoracoscopico valgono gli stessi principi che regolano il trattamento delle altre mediastiniti, quali l'apertura ed il drenaggio di tutte le raccolte mediastiniche ed il corretto posizionamento dei drenaggi.

La seconda fase dell'intervento, tecnicamente eseguibile in VATS, consiste nel trattamento della perforazione esofagea. Fattori determinanti nella scelta della tecnica di riparazione esofagea saranno il tempo intercorso dal momento in cui si è verificato l'evento patologico e l'entità della lesione. La sutura diretta in duplice strato è infatti proponibile se eseguita in tempi precoci ed in presenza di margini sufficientemente detersi e vitali. Un'ulteriore protezione della sutura sarà fornita dalla sua copertura mediante lembo diaframmatico, flap pleurico, pericardico o collante fibrinico [29].

Se la parete esofagea presenta invece una lesione necrotica ed edematosa tale da non consentire una riparazione chirurgica diretta, si rende necessario il ricorso a misure palliative, quali la ricostruzione della parete esofagea su tubo a T di Kehr o la sutura in monostrato associata all'esclusione bipolare dell'esofago. Mediante questa procedura si facilita la possibilità di una chiusura spontanea della parete annullando i continui stimoli irritativi e infiammatori che derivano dal liquido salivare e dai succhi digestivi refluiti [30-33] (Fig. 10). A completamento del trattamento conservativo, la trasposizione transdiaphragmatica per via toracoscopica di un lembo omentale pedunculizzato, preparato in laparoscopia, può agevolare i processi di riparazione aumentando la protezione del tratto esofageo interessato.

Nei casi di fallimento del trattamento conservativo, di perforazione esofagea particolarmente estesa od associata ad esofagite da caustici, di stenosi ostruenti distali, od in presenza di una neoplasia, può essere proponibile come risolutivo soltanto l'intervento di esofagectomia d'urgenza in VATS destra con ricostruzione differita. Questo approccio chirurgico riduce la morbilità e la mortalità postoperatoria rispetto alla toracotomia standard.



**Fig. 10.** Esclusione bipolare temporanea dell'esofago con suturatrice meccanica e digiunostomia nutrizionale (da Folli S et al. [33], modificata)

## Conclusioni

Per la rarità e la gravità clinica che la caratterizza, troppo esiguo è il numero dei casi di mediastinite, riportati in letteratura, trattati con successo in VATS.

Gli Autori, in base alla loro esperienza ed in accordo al parere delle fonti più autorevoli, ritengono che la videotoroscopia possa pareggiare in efficacia il trattamento chirurgico convenzionale toracotomico.

Nelle forme discendenti e necrotizzanti deve essere comunque sempre associata ad una cervicotomia, per un drenaggio completo delle regioni cervicali da cui ha avuto origine il processo infiammatorio ed eventualmente anche ad un accesso mediastinico inferiore sub-xifoideo.

I vantaggi che ne possono derivare, oltre alla riduzione del dolore postoperatorio e della morbilità connessa ad approcci chirurgici più aggressivi, comprendono la possibilità di eseguire reinterventi anche in tempi precoci, per recidive o comparsa di nuove raccolte, ed empiematizzazioni dei cavi pleurici e del pericardio. Per quanto riguarda le perforazioni esofagee, l'approccio miniminvasivo toracico associato all'esclusione bipolare con digiunostomia di alimentazione, sembra far aumentare le possibilità di successo terapeutico in questa grave patologia.

## Bibliografia

1. Boerhaave H (1955) *Atrocis, nec descripti prius, morbi historia* (1724). Verbatim English Translation (Derbes V, Mitchell R). Bull Am Library A 43:216
2. Coller FA, Yglesias L (1937) The relation of the spread of infection to fascial planes in the neck and thorax. *Surgery* 1:323
3. Pearse HE Jr (1938) Mediastinitis following cervical supuration. *Ann Surg* 108:588
4. Dines D, Payne W, Bernatz P et al (1970) Mediastinal granuloma and fibrosing mediastinitis. *Chest* 75:3
5. Collins T (1999) Acute and chronic inflammation. In: Cotran RS, Kumar V, Collins T (eds). *Robbins Pathologic Basis of Disease*, 6<sup>th</sup> ed. WB Saunders, Philadelphia, p 50
6. Liptay MJ, Shields TW et al. (2000) Acute and Chronic Mediastinal Infections. In: Shields TW et al (eds) *General Thoracic Surgery*, Lippincot Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 2093-2103
7. Razzuk MA, Razzuk LM, Hoover SJ et al (2002) Infections of the Mediastinum. In: Pearson FG, Cooper JD, Deslauriers J et al (eds) *Thoracic Surgery*, Churchill Livingstone, Edinburgh, pp 1599-1612
8. Marty-Ane CH, Alauzen M, Alric P et al (1994) Descending necrotizing mediastinitis: advantage of mediastinal drainage with thoracotomy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 107:55-61
9. Wheatley MJ, Stirling MC, Kirsh MM et al (1990) Descending necrotizing mediastinitis: Transcervical drainage is not enough. *Ann Thorac Surg* 49:780-784
10. Marty-Ane CH, Berthet JP, Alric P et al (1999) Management of descending necrotizing mediastinitis: an aggressive treatment for an aggressive disease. *Ann Thorac Surg* 68:212-217
11. Brunelli A, Sabbatini A, Catalini G et al (1996) Descending necrotizing mediastinitis: Cervicotomy or thoracotomy? *J Thorac Cardiovasc Surg* 111:485-486
12. Ho KM, You SC, Young MS et al (2004) Descending necrotizing mediastinitis: a minimally invasive approach using video-assisted thoracoscopic surgery. *Ann Thorac Surg* 77:306-310
13. Roberts JR, Roy Smythe W, Weber RW et al (1997) Thoracoscopic management of descending necrotizing mediastinitis. *Chest* 112:850-854
14. Chung DA, Ritchie AJ (2000) Videothoracoscopic drainage of mediastinal abscess: an alternative to thoracotomy. *Ann Thorac Surg* 69:1573-1574

15. Isowa N, Yamada T, Kijima T et al (2004) Successful thoracoscopic debridement of descending necrotizing mediastinitis. *Ann Thorac Surg* 77:1834-1837
16. Estrera AS, Lanay MJ, Grisham JM et al (1983) Descending necrotizing mediastinitis. *Surg Gynecol Obstet* 157:545-552
17. Kiernan PD, Hernandez A, Byrne WD et al (1998) Descending cervical mediastinitis. *Ann Thorac Surg* 65:1483-1488
18. Papalia E, Rena O, Oliaro A et al (2001) Descending necrotizing mediastinitis: surgical management. *Eur J Cardiothoracic Surg* 20:739-742
19. Moncada R, Warpeha R, Pickleman J et al (1978) Mediastinitis from odontogenic and deep cervical infection. *Chest* 73:497-500
20. Freeman RK, Vallières E, Verrier ED et al (2000) Descending necrotizing mediastinitis: an analysis of the effects of serial surgical debridement on patient mortality. *J Thorac Cardiovasc Surg* 119:260-267
21. Sancho LMM, Minamoto H, Fernandez A et al (1999) Descending necrotizing mediastinitis: a retrospective surgical experience. *Eur J Cardiovasc Surg* 16:200-205
22. Hasegawa T, Endo S, Sohara Y (2000) Classification of descending necrotizing mediastinitis. *Ann Thorac Surg* 69:1296
23. Corsten MJ, Shamji FM, Odell PF et al (1997) Optimal Treatment of descending necrotizing mediastinitis. *Thorax* 52:702-708
24. Izumoto H, Komoda K, Okada O et al (1996) Successful utilization of the median sternotomy approach in the management of descending necrotizing mediastinitis: report of a case. *Surg today* 26:286-288
25. Ris HB, Banic A, Furrer M et al (1996) Descending necrotizing mediastinitis: surgical treatment via clamshell approach. *Ann Thorac Surg* 62:1650-1654
27. Bufkin BL, Miller JIJR, Mansour KA (1996) Esophageal perforation: emphasis on management. *Ann Thorac Surg* 61:1447-1451
28. Wang N, Razzouk AJ, Safavi A et al (1996) Delayed primary repair of intrathoracic esophageal perforations: is it safe? *J Thorac Cardiovasc Surg* 111:114-121
29. Kiel T, Ferzli G, McGinn J (1993) The use of thoracoscopy in the treatment of iatrogenic esophageal perforations. *Chest* 103:1905-1906
30. Kotsis L, Kostic S, Zubovits K (1997) Multimodality treatment of esophageal disruptions. *Chest* 112:1304-1309
31. Platel JP, Thomas P, Giudicelli R et al (1997) Esophageal perforations and ruptures: a plea for conservative treatment. *Ann Chir* 51:611-616
32. Holzinger F, Metzger A, Barras JP et al (1996) Temporary exclusion of the perforated esophagus using a linear vascular stapler: a new surgical treatment. *Hepatogastroenterology* 43:155-159
33. Folli S, Morgagni P, Bazzocchi F et al (2000) An alternative repair technique for anastomotic leakage after total gastrectomy. *J Am Coll Surg* 190:757-759
34. Lelli D, Folli S, Mengozzi M et al (1998) La sindrome di Boerhaave. Presentazione di un caso diagnosticato tardivamente e trattato con approccio laparotomico e toracoscopico. *Archivio di chirurgia toracica e cardiovascolare* 13-16

## Premesse

L'approccio chirurgico mininvasivo ha assunto un ruolo sempre più importante per il trattamento delle patologie benigne dell'esofago.

Le indicazioni e la strategia chirurgica restano identiche sia per l'approccio mininvasivo che per la chirurgia "tradizionale", con il vantaggio per le tecniche mininvasive di essere meno traumatizzanti con riduzione dello stress chirurgico e delle complicanze postoperatorie [1].

## Acalasia



Sin dall'inizio del secolo scorso, la terapia chirurgica dell'acalasia consiste in una più o meno estesa esofagocardiomiotomia extramucosa, cui nel corso degli anni si è associato sempre più frequentemente il confezionamento di una plastica antireflusso.

Come per la chirurgia "tradizionale", anche con l'approccio mininvasivo la via d'accesso chirurgica può essere toracica od addominale [2].

La maggioranza degli Autori è oggi concorde sui vantaggi della via addominale, anche se l'accesso toracico può essere vantaggioso in particolari casi.

## Accesso per via laparoscopica

L'intervento per via laparoscopica è condotto in anestesia generale con il paziente in posizione di semilitotomia ed in anti-Trendelenburg (Fig. 1).

Il monitor è posto sulla testa del malato e l'operatore si dispone nel centro, tra le gambe. Mediante l'uso di un ago di Veress, viene indotto un pneumoperitoneo, dopodiché si pratica un'incisione 2-3 cm a sinistra dell'ombelico a circa 10 cm sotto l'arcata costale. A questo punto è conveniente l'introduzione di un esofago-gastroscoPIO, sia per tendere lo stomaco che per meglio visualizzare la giunzione esofago-gastrica. Altre quattro porte d'accesso sono di solito necessarie per retrarre il lo-

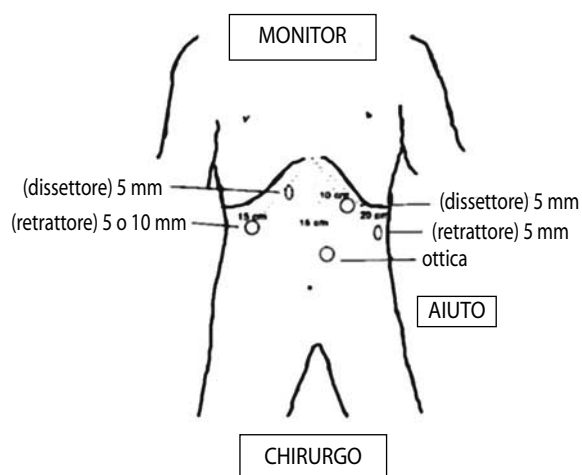
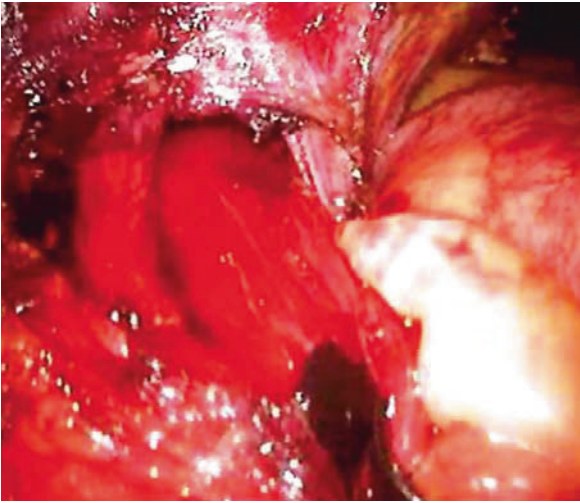


Fig. 1. Acalasia. Accessi laparoscopici

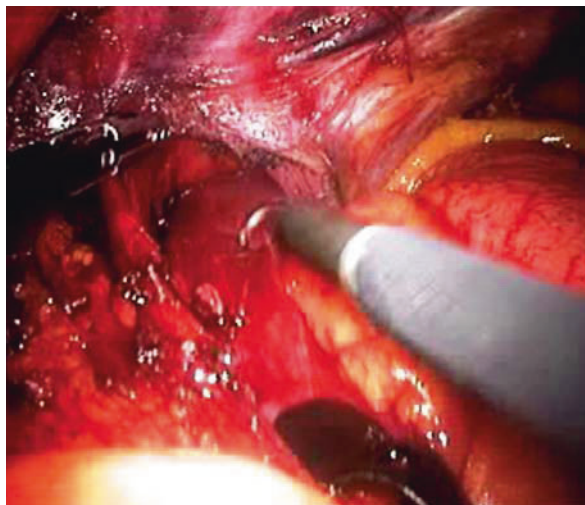
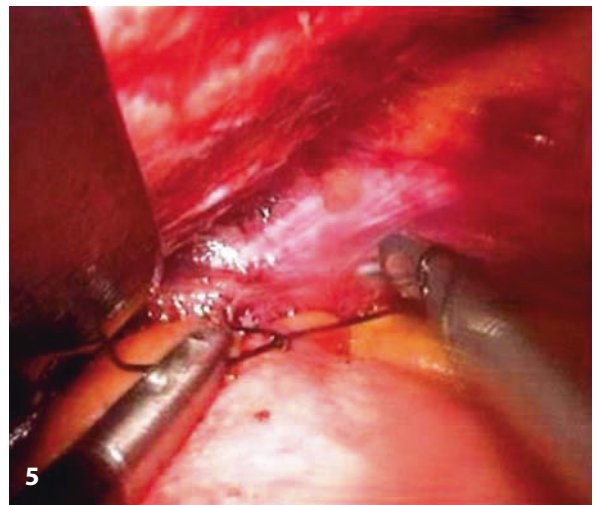
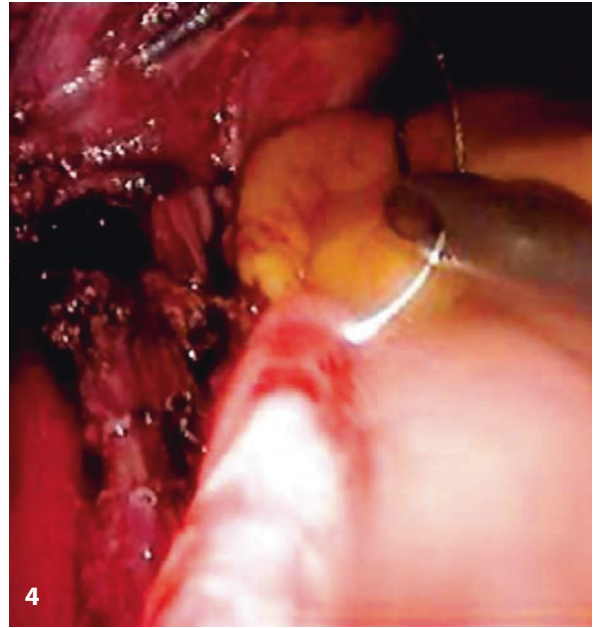
bo destro del fegato ed attrarre l'esofago verso il basso per preparare la giunzione esofago-gastrica, che inizia con la sezione della riflessione peritoneale a livello dello iato esofageo. Non è necessario, né consigliabile, preparare la giunzione posteriormente: la manovra, infatti, potrebbe creare problemi di reflusso gastro-esofageo dopo la miotomia. Dopo aver esposto l'esofago, la giunzione esofago-gastrica e la parete anteriore gastrica, s'inizia la miotomia, avendo come guida la luce dell'endoscopio (Figg. 2 e 3). Durante tale manovra, dovrà essere posta molta attenzione a non ledere le fibre vagali. L'incisione miotomica può essere praticata utilizzando un elettrocauterio ad uncino o un dissettore ad ultrasuoni (*Harmonic scalpel*).

Completata la miotomia, insufflando aria con il gastroscopio si evidenzia l'erniazione della mucosa esofagea ed eventuali piccoli sanguinamenti possono essere controllati con l'apposizione temporanea di piccoli tamponi imbevuti di adrenalina; non è consigliabile l'uso dell'elettrocoagulatore per il possibile danno ischemico sulla mucosa.

Vari meccanismi antireflusso possono essere confezionati, ma sicuramente il più semplice ed efficace è la plastica sec. *Dor*, che consiste nel ribal-



**Fig. 2.** Acalasia. Approccio videolaparoscopico. Esposizione dell'esofago terminale



**Fig. 3.** Miotomia dell'esofago terminale

**Fig. 4 e 5.** Plastica secondo Dor

tare sui margini della miotomia parte del fondo gastrico, così da creare un'*emifunduplicatio* anteriore (Figg. 4 e 5).

Questo tipo di plastica è largamente usato dopo la miotomia, sia per la semplicità d'esecuzione sia perché pone al riparo da eventuali stenosi da ipercorrezione, cosa che accade dopo plastiche a 360°, come la plastica secondo *Nissen*.

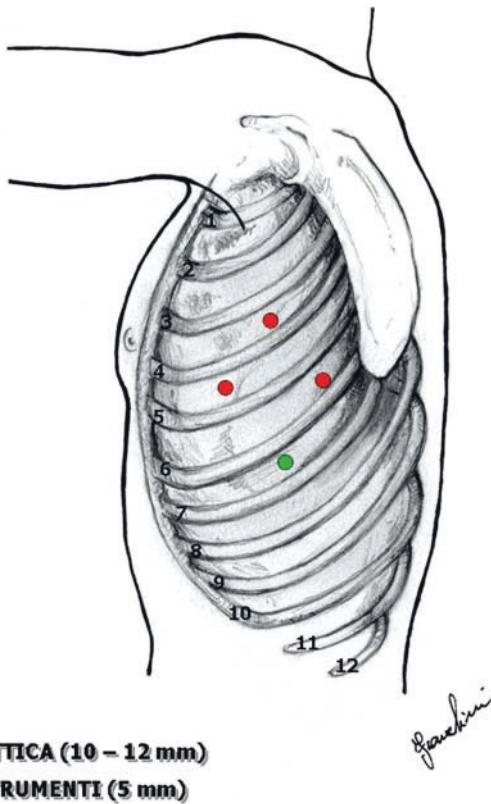
Alla fine, dopo controllo dell'emostasi, è bene posizionare un drenaggio paracardiale per evacuare eventuali raccolte ematiche, che evolvendo in fibrosi potrebbero causare una stenosi della giunzione esofago-gastrica, con recidiva della sintomatologia disfagica.

### **Accesso per via toracoscopica**

L'approccio viene praticato dal lato sinistro (Fig. 6) e prevede l'incisione della pleura mediastinica a livello del triangolo di Truesdale, in tal modo si espone l'esofago distale.

Per questa via, la miotomia è meno estesa a livello del versante gastrico ed il confezionamento di un meccanismo antireflusso è più indaginoso, anche se non tutti i fautori di quest'accesso concordano sulla necessità di una plastica antireflusso [3, 4].

L'eziologia dell'acalasia è ancora sconosciuta nella maggioranza dei casi. Nessun tipo di tratta-



**Fig. 6.** Acalasia. Accessi toracoscopici

mento consente di correggere l'assenza di tono e l'incoordinazione motoria del corpo esofageo; tuttavia la sezione dello sfintere esofageo inferiore (LES) consente nella stragrande maggioranza dei casi di ottenere la risoluzione della sintomatologia disfagica.

Dalla prima descrizione della "cardiomiotomia" da parte di Heller agli albori del secolo scorso, il razionale del trattamento chirurgico della malattia acalasia non è cambiato, mentre si è evoluta notevolmente la tecnica chirurgica, grazie alla disponibilità di nuove tecnologie.

Allo stato attuale, l'approccio chirurgico minivasivo per la "cardiomiotomia" sembra essere la terapia di scelta, con un'incidenza di complicanze trascurabile, mortalità praticamente nulla e successo terapeutico, in termini di miglioramento della sintomatologia disfagica, superiore al 90%.

Un accenno deve essere riservato al trattamento endoscopico sia mediante divulsione forzata che con l'iniezione sottomucosa con tossina botulinica. Queste tecniche non sono efficaci quanto una miotomia chirurgica, presentano un'alta incidenza di gravi complicanze (perforazione esofagea) e possono rendere più difficoltosa una successiva miotomia.

Per tali motivi il trattamento endoscopico dovrebbe essere riservato a pazienti selezionati e non considerato di prima scelta in tutti i casi di acalasia [4].

## Diverticolo toracico



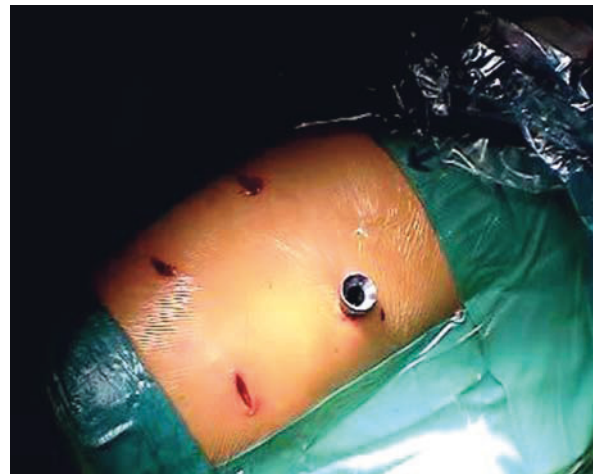
I diverticoli esofagei sono entità rare, che vengono classificati in base alla localizzazione anatomica e all'eziologia. I diverticoli della giunzione faringo-esofagea (di Zenker) sono i più comuni. I diverticoli epifrenici rappresentano delle estroflessioni della mucosa esofagea a livello del terzo inferiore del viscere; sono considerati dei diverticoli da pulsione, in quanto si riconosce come meccanismo eziopatogenetico principale l'aumento pressorio endoluminale eventualmente associato a disordini della motilità esofagea. Invece, l'eziologia dei diverticoli medio-toracici, denominati da trazione, sembra essere la presenza di tessuto infiammatorio cronico periesofageo (mediastiniti, linfadenopatie tubercolari).

La sintomatologia è estremamente variabile e spesso la gravità dei sintomi non è correlata alle dimensioni del diverticolo.

Nel corso degli anni, l'approccio chirurgico per il trattamento dei diverticoli esofagei ha subito delle modificazioni, grazie soprattutto allo sviluppo delle nuove tecniche minivasive [5, 6].

L'intervento è condotto in anestesia generale con tubo orotracheale a doppio lume, con il paziente in decubito laterale sinistro, in posizione toracotomica destra.

Di solito, sono necessarie quattro porte d'accesso: una per l'ottica, una per retrarre il polmone in avanti e altre due per condurre l'intervento (Fig. 7). L'u-



**Fig. 7.** Diverticolo dell'esofago toracico. Approccio video-endoscopico. Porte di accesso

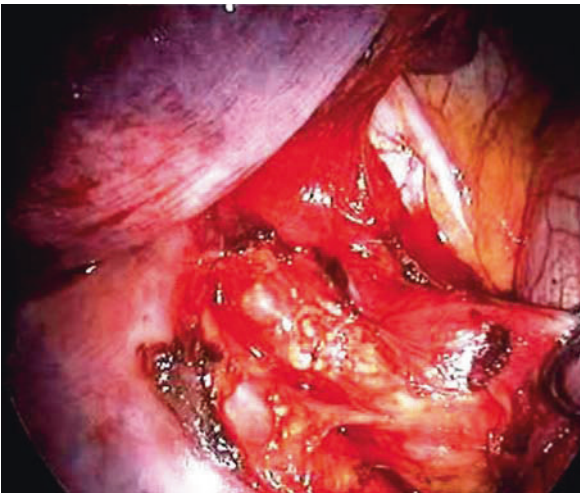
so di un esofago-gastroscoPIO facilita l'identificazione del diverticolo ed il suo isolamento. Una volta identificato, il fondo del diverticolo è afferrato con una pinza da trazione ed attratto verso la parete toracica, questa manovra consente di meglio evidenziare il colletto diverticolare e ne facilita la preparazione (Figg. 8, 9, 10). Quando il colletto è completamente libero, si esegue la diverticolectomia utilizzando una stapler tipo *EndoGIA45*. Questo tempo, può risultare alquanto indaginoso per la difficoltà di posizionare la stapler parallelamente all'esofago: per tale motivo è conveniente utilizzare una stapler articolabile. In casi particolari, può essere necessario praticare una minitoracotomia per poter utilizzare una stapler di tipo *T.A.* tradizionale [7].

L'uso dell'endoscopio facilita la diverticolectomia ed evita un'eccessiva sezione della mucosa, che può comportare una successiva stenosi fibrosa del viscere.

È consigliabile far sì che il colletto diverticolare sia sezionato con un'unica carica di stapler, perché nei punti di sovrapposizione delle due rime di sutura può crearsi una deiscenza con fistola esofago-pleurica (Fig. 11).

Finito il tempo della diverticolectomia, si pratica una miotomia, che partendo dal margine inferiore della sutura mucosa, si estende per almeno 4-5 cm verso il basso (Fig. 12).

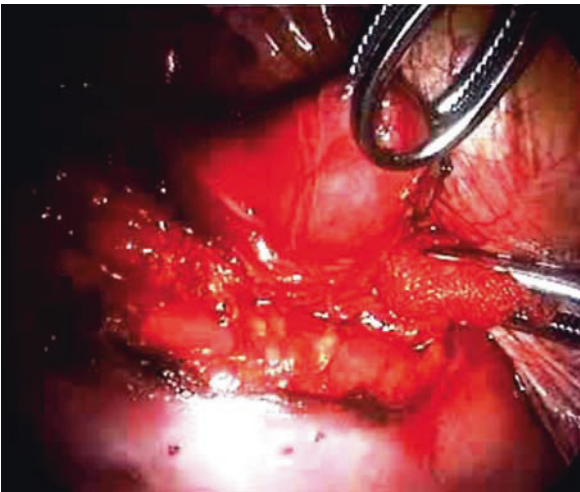
Al termine, prima del posizionamento del drenaggio, si effettua la prova idropneumatica della te-



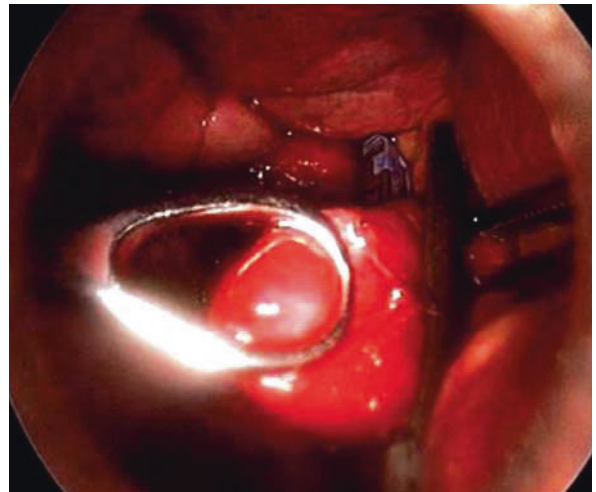
**Fig. 8.** Viene afferrato il fondo del diverticolo con una pinza da trazione



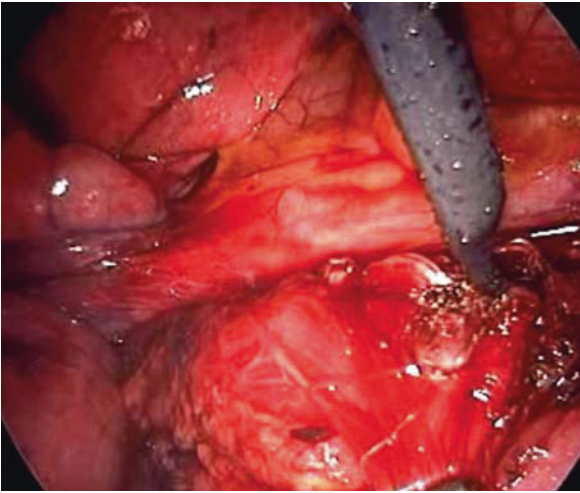
**Fig. 10.** Diverticolo completamente isolato



**Fig. 9.** Si procede con l'isolamento del diverticolo



**Fig. 11.** Resezione del colletto del diverticolo su stapler



**Fig. 12.** Miotomia esofagea distale alla sutura mucosa

nuta della sutura, irrigando il cavo pleurico con 300-500 cc di soluzione salina ed insufflando aria attraverso il gastroscopio.

Nei casi di diverticoli epifrenici, in cui lo studio funzionale dell'esofago dimostri l'associazione a turbe discinetiche della giunzione esofago-gastrica o ad acalasia, trova indicazione un accesso per via addominale, mediante una laparoscopia. Per tale via è infatti possibile eseguire una valida esofagocardiomiectomia, e per via transiatale praticare anche la diverticolectomia.

Secondo i dati riportati in letteratura, l'utilizzo delle tecniche mininvasive sembra condurre a risultati dal punto di vista funzionale analoghi alla chirurgia open con riduzione della degenza e del dolore postoperatorio. Per quanto riguarda le complicanze rimane tuttavia alta l'incidenza di fistole a livello della esofagorrafia; per questo motivo, l'intervento mininvasivo deve essere eseguito da chirurghi esperti e in centri selezionati.

## Leiomioma



Il leiomioma è il più frequente tra i tumori benigni dell'esofago. L'enucleazione chirurgica rappresenta il trattamento di scelta nei pazienti sintomatici [8].

L'approccio mininvasivo in videotoracosopia destra è attualmente il più frequentemente proposto per la completa enucleazione della neoformazione, che origina dalla muscolatura della parete esofagea.

L'intervento viene eseguito in anestesia generale con intubazione oro-tracheale a tubo a doppio lume. Il paziente è posto in posizione per to-

racotomia destra, quindi in decubito laterale sinistro.

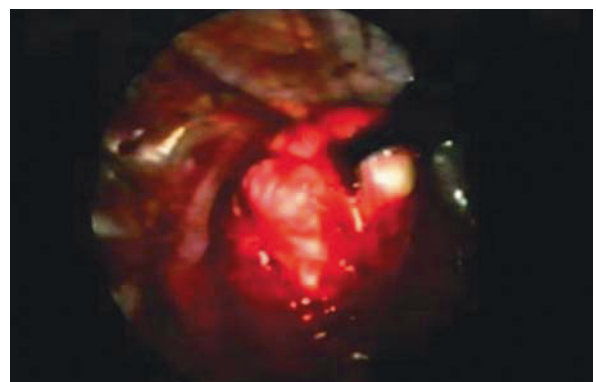
La prima porta d'accesso per l'introduzione dell'ottica viene creata di solito a livello del settimo spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore. Altre tre porte sono normalmente necessarie per la retrazione del polmone in avanti e per la conduzione dell'intervento, che inizia con l'incisione della pleura mediastinica a livello della neoplasia, in tal modo si espone la parete esofagea (Fig. 13).

Mediante l'uso dell'elettrocauterio e di tamponi si seziona e si divarica la muscolatura propria dell'esofago per esporre la neoformazione ed isolarla dalla sottomucosa, che è afferrata con una pinza da presa e trazionata gentilmente verso la parete toracica, cosicché possa venire separata dalla sottomucosa utilizzando *dei tamponcini montati* od altri strumenti smussi (Figg. 14 e 15).

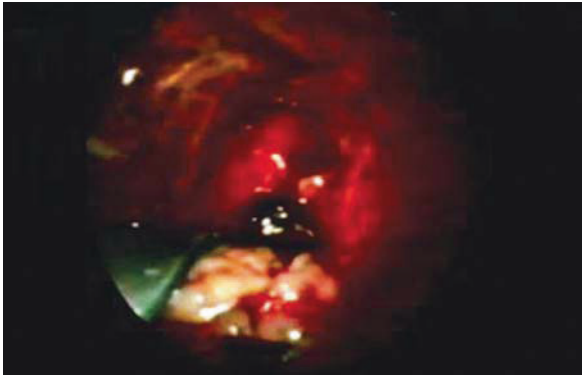
Alla fine la neoformazione è completamente enucleata dal "canestro" muscolare. Il difetto di parete muscolare che si viene a determinare di solito non richiede particolari accorgimenti; se il difetto



**Fig. 13.** Leiomioma esofageo. Approccio videotorascopico. Apertura della pleura mediastinica



**Fig. 14.** Mobilizzazione del leiomioma



**Fig. 15.** Separazione ulteriore del leiomioma dalla mucosa esofagea ed asportazione della neoplasia

muscolare è di dimensioni superiori ai 2-3-cm è consigliabile ricostruire la parete muscolare dell'esofago con alcuni punti di sutura, onde prevenire un'eccessiva erniazione mucosa. Un controllo endoscopico intra-operatorio può essere utile per escludere eventuali lesioni mucose. Al termine un tubo di drenaggio da 28 Fr viene posizionato attraverso la porta per l'introduzione dell'ottica.

## Bibliografia

1. Patti MG, Pellegrini CA, Horgan S et al (1999) Minimally invasive surgery for achalasia: An 8-years experience with 168 patients. *Ann Surg* 230:587-594
2. Sharp KW, Khaithan L, Sholz S et al (2002) 100 consecutive minimally invasive myotomies: lesson learned. *Ann Surg* 235:531-639
3. Fernando HG, Lukethic JD, Samphire J et al (2005) Minimally invasive operation for esophageal diverticula. *Ann Thorac Surg* 80:2076-2081
4. Raftopoulos Y, Landreneau RJ, Fernando H et al (2004) Factors affecting quality of live after minimally invasive Heller myotomy for achalasia. *J Gastrointest Surg* 8(3):233-239
5. Peracchia A, Rosati R, Bardini R (1996) Thoracoscopic removal of benign tumors of the esophagus. In: Toouli J, Gossot D, Hunter JG (eds) *Endosurgery*. Churchill Livingstone, Edinburgh, pp 267-273
6. Costantini M, Zaninotto G, Rizzetto C et al (2004) Esophageal diverticula. *Best practice and research clinical Gastroenterology* 18(1):3-17
7. Mutrie CJ, Donahue DM., Wain JC et al (2005) Esophageal leiomyoma: a 40-year experience. *Ann Thorac Surg* 79:1122-1125
8. Koide N, Kishimoto K, Komatsu O et al (2004) Thoracoscopic enucleation of esophageal stromal tumor. *Diseases of the esophagus* 17:104-108

## Premesse

Il cancro dell'esofago rappresenta la decima neoplasia più frequente al mondo [1] e la settima in Giappone, con un'incidenza di 5.7/100000 persone [2]. È una patologia impegnativa, con una connotazione negativa associata ad una prognosi peggiore rispetto alle altre neoplasie gastrointestinali come il cancro dello stomaco o il cancro coloretta- le, anche dopo resezione radicale [3, 4]. Tuttavia la resezione chirurgica rimane il trattamento più efficace per pazienti senza alcuna evidenza di malattia sistemica o invasione di organi vitali.

L'adenocarcinoma risulta l'istotipo più frequente in occidente. In Giappone invece la forma istologica più diffusa è il carcinoma squamocellulare (più del 90%).

Sebbene il beneficio di una linfadenectomia estesa per il carcinoma squamoso dell'esofago rimanga un dato da confermare da studi prospettici randomizzati, esiste evidenza che la sopravvivenza migliora eseguendo una resezione estesa piuttosto di una linfadenectomia convenzionale [5, 6]. La metastasi viene comunemente riscontrata a livello dei linfonodi ricorrentiali e tracheobronchiali, ad uno stadio precoce della diffusione linfatica [7, 8]. Allo scopo di recuperare le stazioni probabilmente metastatiche, la dissezione di questi linfonodi, che richiede complesse procedure chirurgiche, diventa inevitabile [9].

Un problema riguardante la linfadenectomia estesa è che l'esofagectomia è di per sé associata ad una morbilità e mortalità considerevoli [10], aumentate entrambe dalla linfadenectomia [6].

La linfadenectomia estesa può essere evitata in pazienti senza invasione linfatica, tuttavia la sensibilità delle metodiche di valutazione preoperatoria risulta bassa [11] e la tecnica del linfonodo sentinella non può escludere l'assenza di metastasi linfonodali mediastiniche.

Pertanto la linfadenectomia estesa diventa mandatoria per asportare il linfonodo verosimilmente metastatico in pazienti con lesione che invade lo strato sottomucoso o che giunge ancora più in profondità.

Un'alternativa per ridurre l'invasività chirurgica è rappresentata dall'esofagectomia toracoscopica, piuttosto che con procedura "open".

Fin dal primo contributo riportato da Cuschieri e coll. [12], l'approccio toracoscopico ha attirato l'attenzione dei chirurghi come una via per contenere il traumatismo chirurgico, ed è stato successivamente riportato da diversi altri centri.

Molti hanno sottolineato la realizzabilità della tecnica e qualcuno i vantaggi di questa nei confronti della chirurgia convenzionale.

L'esofagectomia risulta un intervento complesso che necessita di un lungo periodo di apprendimento [13], e la linfadenectomia mediastinica estesa può richiedere acquisizioni ulteriori. I vantaggi globali dell'esofagectomia toracoscopia tendono ad essere messi in relazione al numero dei casi trattati. Da questo punto di vista sono significativi i dati di Luketic, che rilevava che la tecnica non poteva essere utile per una casistica di 8 pazienti [14], era di dubbio beneficio in un'esperienza di 77 casi [15], vantaggiosa in un'analisi su 222 pazienti [16].

## Indicazioni

Le indicazioni sono identiche a quelle della chirurgia "open", e sono in relazione allo stadio della malattia (Tab. 1).

**Tabella 1.** Indicazioni all'esofagectomia toracoscopica per cancro esofageo

- Assenza di aderenze pleuriche tenaci
- Assenza di infiltrazioni neoplastiche alle strutture adiacenti
- Possibilità di tollerare la ventilazione monopolmonare intraoperatoria
- Assenza di importanti comorbidità quali cirrosi epatica
- Paziente senza pregresso trattamento antitumorale?

Una volta ultimate le porte d'entrata eventuali aderenze, anche tenaci, possono essere risolte con l'accesso toracoscopico. Durante la toracosopia il polmone destro dovrebbe essere escluso dalla ventilazione per permettere un campo operatorio, con la conseguenza che la metodica dovrebbe essere indicata solo in pazienti con una funzionalità polmonare in grado di tollerare la ventilazione monopolmonare per un periodo sufficiente [17].

Gli Autori non ritengono corretta l'indicazione nei pazienti precedentemente sottoposti a terapie antitumorali, soprattutto radioterapia: questo trattamento può rendere non riconoscibile la microanatomia e quindi riduce il vantaggio maggiore della chirurgia endoscopica rappresentato dalla magnificazione del campo operatorio.

## Posizione del paziente e selezione degli accessi

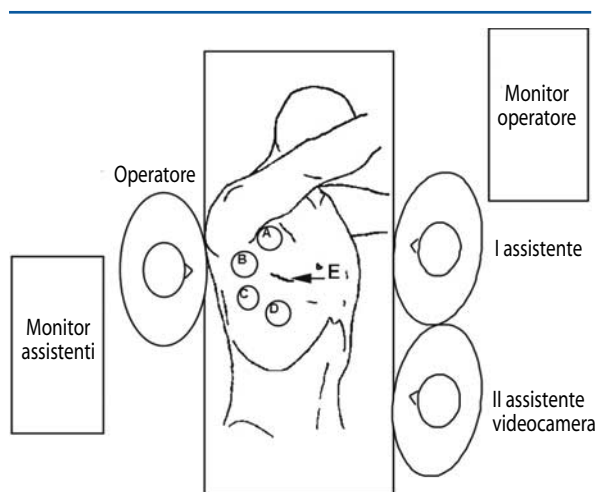
Cuschieri [12] ha suggerito una posizione prona che consenta di visualizzare il mediastino posteriore senza ventilazione monopolmonare, dal momento che i polmoni si abbassano per effetto gravitazionale, tuttavia questa interessante proposta presenta diversi svantaggi. La rapida conversione in chirurgia "open" diventa impossibile di fronte ad un incidente o alla necessità di esporre il mediastino più ampiamente come in caso di linfadenectomia.

Quasi tutti i chirurghi in letteratura sottolineano che la migliore esposizione del mediastino posteriore si raggiunge in regime di ventilazione monopolmonare disponendo il paziente in posizione laterale destra.

L'arto superiore destro andrebbe alzato di 140° per poter consentire l'esecuzione della porta ascellare. La collocazione dei monitors può essere variabile. Molti chirurghi preferiscono un unico monitor disposto vicino alla testa del paziente e lo utilizzano contemporaneamente all'assistente che è situato dall'altro lato del paziente: questa disposizione viene comunemente utilizzata da quei chirurghi che hanno sviluppato una buona esperienza di laparoscopia. Ma francamente una buona coordinazione occhio-mano non può essere garantita nella chirurgia del mediastino medio ed inferiore.

Viene descritto il metodo seguito dagli Autori [17] e si allega lo schema della disposizione dell'equipe operatoria, dei monitors, delle porte di accesso da 11.5 mm (Fig. 1).

Si utilizza un'ottica da 10mm a 30°. L'operatore si colloca alle spalle del paziente con l'assistente di



**Fig. 1.** Disposizione dell'equipe operatoria, dei monitors e sedi della minitoracotomia e delle porte endoscopiche:

- A: 3° spazio intercostale sulla LAM
- B: 5° spazio intercostale sulla LAP
- C: 7° spazio intercostale sulla LAP
- D: 7° spazio intercostale sulla LAM
- E: Minitoracotomia (5 cm) al 5° spazio intercostale sulla LAA

fronte, come in corso di intervento "open". Introdotta la videocamera l'immagine sul monitor dell'assistente appare rovesciata in senso verticale ed orizzontale rispetto a quella che appare sul monitor dell'operatore, e quindi il lato sinistro corrisponde alla parte alta dello schermo dell'operatore mentre alla parte alta dello schermo dell'assistente corrisponde il lato destro. Il risultato sarà quello di una buona coordinazione occhio-mano in tutto il compartimento mediastinico, tanto per l'operatore che per l'assistente che sono di fronte l'uno all'altro, simultaneamente.

Si esegue una minitoracotomia di 5 cm al 5° spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore [17].

La necessità della minitoracotomia è motivata dal fatto che migliora l'esposizione mediastinica e garantisce maggiore sicurezza alla procedura, potendola utilizzare per introdurre strumentario anche convenzionale. La visione sarà comunque sempre affidata all'ottica toracoscopica: guardare attraverso una minitoracotomia risulta insufficiente per eseguire una dissezione in sicurezza poiché la visuale è scarsa, bidimensionale, col mediastino appena percettibile.

Una dissezione linfonodale corretta e sovrapponibile a quella eseguita in chirurgia convenzionale richiede una buona esposizione del mediastino ed una visione frontale dell'albero tracheobronchiale sinistro che per questo scopo viene retratto energeticamente.

Gli endoretrattori non sono rigidi a sufficienza per essere efficaci e le loro estremità taglienti possono lacerare l'albero tracheobronchiale in caso di scivolamento: la minitoracotomia permette l'entrata di un retrattore sufficientemente rigido, ad estremità smusse per manipolare l'albero tracheobronchiale in sicurezza.

## Tecnica chirurgica



La mobilizzazione esofagea e la dissezione linfonodale vengono eseguite sostanzialmente con le stesse modalità della chirurgia "open".

– *Dissezione lungo il nervo laringeo ricorrente di destra.*

Come primo tempo viene incisa la pleura mediastinica lungo il nervo vago di destra, e viene identificato il nervo laringeo ricorrente appena al di sotto dell'arteria succlavia destra (Fig. 2). Successivamente la pleura mediastinica viene dissecata lungo il margine anteriore della colonna vertebrale ed entrambe le incisioni si uniscono sull'arteria succlavia destra.

Viene legata e sezionata l'arteria tracheoesofagea sul versante dorsale dell'inlet toracico.

La parte superiore dell'esofago viene separata in modo smusso dal rachide fino al collo: queste manovre mobilizzano la parte prossimale dell'esofago e permettono che sia represso all'interno del torace (Fig. 3).

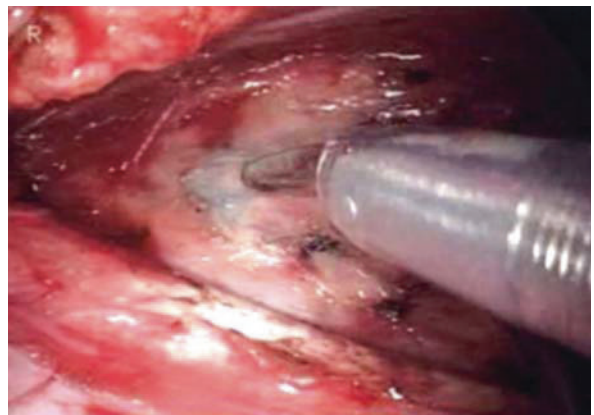
Il tessuto adiposo mediastinico che contiene i linfonodi ricorrentiali di destra viene mobilizzato dall'arteria succlavia esponendone l'avventizia. Questa viene poi repressa dorsalmente e caudalmente permettendo la dissezione dei

linfonodi ricorrentiali sezionando le branche esofagee del nervo laringeo ricorrente di destra. Di norma bisogna sezionare da 4 a 6 branche nervose fino al piano inferiore della ghiandola tiroide.

– *Mobilizzazione della parte superiore dell'esofago.* L'arco dell'azygos viene isolato, legato, sezionato (Fig. 4). I monconi del vaso vengono repressi ventralmente e dorsalmente per migliorare l'esposizione. La parte superiore dell'esofago è mobilizzata esponendo la colonna vertebrale, dorsalmente.

La 3° arteria intercostale viene isolata, legata, sezionata all'origine (l'arteria bronchiale destra di norma nasce dalla 3° arteria intercostale).

L'esofago è mobilizzato assieme al tessuto adiposo con l'esposizione, a sinistra, dell'arco aortico e della pleura fino alla comparsa dell'arteria succlavia sinistra, ventralmente.



**Fig. 3.** Iniziale dissezione della porzione prossimale dell'esofago



**Fig. 2.** Incisione della pleura mediastinica lungo il nervo vago di destra



**Fig. 4.** Sezione tra due legature dell'arco della vena azygos

Con questa manovra il dotto toracico viene mobilizzato assieme all'esofago.

Si libera l'esofago dalla trachea sezionandone le connessioni fibrose, ed il margine sinistro della parte cartilaginea tracheale dovrebbe essere scoperto il più possibile cranialmente a questo stadio.

Per tutelarsi da lesioni della via aerea questa dissezione dovrebbe iniziare appena sotto la carena preservando la guaina vascolare tracheobronchiale per evitare danni ischemici successivi.

- *Mobilizzazione della parte inferiore dell'esofago.* Viene sezionato il legamento polmonare fino alla vena polmonare inferiore, lasciando sul bordo esofageo il tessuto linfo-adiposo.

L'esofago viene mobilizzato assieme al tessuto circostante, contenente il dotto toracico, esponendo l'avventizia aortica dorsalmente; successivamente vengono sezionate tra clips le arterie esofagee proprie alla loro origine (Fig. 5).

Anteriormente vengono esposti il pericardio e l'albero tracheobronchiale (i linfonodi paraesofagei sono dissecati con l'esofago ma quelli tracheobronchiali vengono dissecati in un tempo successivo). La parete sinistra dell'esofago distale andrà dissecata successivamente, dopo la sezione esofagea.

- *Dissezione dei linfonodi ricorrenti sinistri.* Si retrae l'esofago superiore dorsalmente ed il bordo sinistro della parte cartilaginea della trachea ventralmente: il tessuto adiposo contenente nervo laringeo ricorrente sinistro e linfonodi viene separato dalla trachea assieme all'esofago previa sezione delle branche bronchiali del ricorrente ed esposizione della guaina vascolare della trachea. Il repere anatomico ventrale di questa mobilizzazione è rappresentato dalla branca cardiaca superiore del nervo simpatico.

In seguito, il nervo laringeo ricorrente sinistro viene isolato dal tessuto adiposo mobilizzato assieme all'esofago sezionando le sue branche esofagee. Questa tecnica facilita la completa dissezione dei linfonodi ricorrenti sinistri senza trazione del nervo.

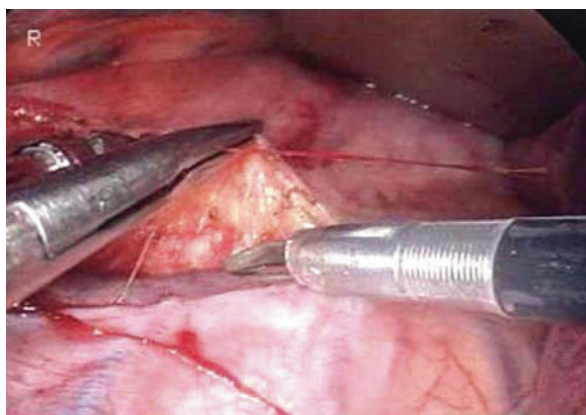
La trachea mediastinica viene scheletrizzata per circa tre-quarti, escludendo la porzione anteriore sinistra come nelle tecniche "open".

- *Dissezione della parete sinistra dell'esofago inferiore.* L'esofago viene sezionato con stapler al di sopra dell'arco aortico ed il moncone prossimale viene spinto con una garza nel collo (Fig. 6). Questa manovra permette una buona esposizione per poter effettuare una completa dissezione ed emostasi del mediastino superiore. L'esofago toracico viene ripiegato verso il basso retraendone il moncone, e la parete esofagea sinistra viene liberata sezionando il nervo vago sinistro a livello dell'arco aortico, ed esponendo la pleura mediastinica del lato sinistro.

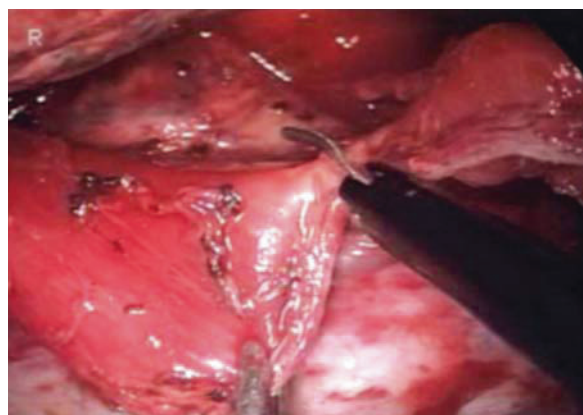
Il dotto toracico viene legato e sezionato al suo ingresso in torace.

La dissezione del tessuto periesofageo appena al di sopra del diaframma, compresi i linfonodi sopradiaframmatici, non viene eseguita a questo stadio. In ogni modo la pleura ed il margine laterale del tessuto periesofageo vengono incisi per facilitare la completa dissezione attraverso l'addome.

- *Dissezione dei linfonodi tracheobronchiali*  
Dopo la completa mobilizzazione dell'esofago e dei linfonodi paraesofagei, l'attenzione viene rivolta ai linfonodi tracheobronchiali. Il bronco principale destro viene dislocato centralmente col retrattore per avere una visione diretta dei linfonodi della catena sottocarenale, che vengono dissecati in senso cranio-caudale esponendo



**Fig. 5.** Dissezione e mobilizzazione della porzione inferiore dell'esofago



**Fig. 6.** Sezione dell'esofago mobilizzato. Si notano i due monconi del viscere

il pericardio e la parete mediale dei bronchi principali (Fig. 7). Vengono pure asportati i linfonodi localizzati nella porzione prossimale dei bronchi principali. Successivamente la biforcazione tracheale viene retratta centralmente per ottenere un accesso sufficiente alla dissezione dei linfonodi dell'arco aortico. Terminata questa dissezione il tronco dell'arteria polmonare appare completamente esposto. Grande cura andrà riservata a non creare lesioni aortiche alla radice dell'arteria bronchiale sinistra.

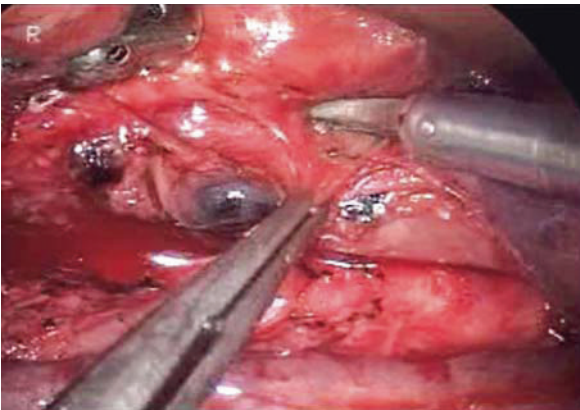
Per eseguire queste dissezioni in modo appropriato e sicuro è essenziale una buona esposizione del mediastino. Gli Autori impiegano un tipo di retrattore rigido con estremità smusse, disegnato da loro, attraverso la minitoracotomia. Il mantenimento di un piano corretto di dissezione viene garantito dall'utilizzo della visione magnificata dell'ottica endoscopica e tenendo la videocamera molto vicina alla zona da disseccare.

Vengono comunemente identificate le arteriole, le venule, i linfatici, le branche esofagee e tracheali del nervo ricorrente, le branche esofagee e polmonari del nervo simpatico.

L'emostasi viene garantita utilizzando elettrobisturi e clips metalliche.

La linfadenectomia, ed in particolare quella della catena tracheobronchiale, comporta una serie di manovre fini e delicate, perchè può avvenire con facilità di lacerare inavvertitamente i linfonodi durante la dissezione per via smussa. In tal caso il sanguinamento che ne deriva può oscurare il campo operatorio col rischio di procedere ad una dissezione incompleta.

Per tale motivo gli Autori preferiscono l'impiego delle pinze toracoscopiche Jacobson DeBakey che permettono una presa delicata ma efficace della capsula dei linfonodi.



**Fig. 7.** Linfadenectomia tracheobronchiale

#### – *Ristabilimento della continuità intestinale*

Il paziente viene posto in posizione supina e si esegue una laparotomia mediana superiore.

Dopo dissezione dei linfonodi pericardici e dell'asse celiaco l'esofago precedentemente mobilizzato viene portato verso il basso attraverso lo hiatus esofageo opportunamente allargato.

Lo stomaco viene preparato per la ricostruzione sezionandolo con stapler a livello del cardias. La vascularizzazione del viscere sarà garantita soprattutto dai vasi gastroepiploici destri.

Nel terzo stadio, i linfonodi cervicali sono asportati attraverso una cervicotomia a collare, e lo stomaco viene portato in alto attraverso il mediastino posteriore. L'esofago cervicale viene anastomizzato alla parete posteriore dello stomaco con l'ausilio di una stapler circolare.

Il paziente rimane in terapia intensiva per 36 ore e viene estubato in prima giornata postoperatoria.

## Risultati della chirurgia e livelli di apprendimento

Dopo esofagectomia radicale "open" la morbilità respiratoria si presenta alta, variando dal 15 al 20% [10, 18]. L'approccio toracoscopico è stato preferito all'inizio per ridurre la morbilità ma i risultati sono stati deludenti. Molti studi non sono stati in grado di dimostrare l'ovvio vantaggio nel ridurre la morbilità respiratoria [19-24].

L'esofagectomia eseguita in chirurgia convenzionale risulta associata ad invasività chirurgica, consistente in un danno alla parete toracica ed al mediastino. La dissezione mediastinica accresce il rischio di lesioni mediastiniche, che sono l'esito più importante del traumatismo chirurgico negli interventi per cancro esofageo. L'effetto di ridurre il danno della parete toracica non è stato confermato chiaramente, anche in corso di intervento VATS. Oltretutto la procedura toracoscopica necessita di un completo collasso del polmone destro per un periodo rilevante. Tuttavia non si può sostenere che l'apporto toracoscopico non comporti effetti positivi sulla morbilità respiratoria poiché tutti gli studi che riportavano risultati deludenti riguardavano solo casistiche esigue di pazienti.

Dal 1996 al maggio 2005 gli Autori hanno sottoposto ad esofagectomia e linfadenectomia videotoracoscopica 166 pazienti con carcinoma squamocellulare dell'esofago, tutti compresi nei criteri di inclusione all'intervento riassunti nella Tabella 1.

L'intervento è stato convertito in toracotomia in 17 pazienti per la presenza di aderenze pleuriche (12 casi), invasione neoplastica per contiguità (4 casi), sanguinamento dall'arteria succlavia destra (1 caso) in cui si è ottenuta l'emostasi tramite tamponamento con garza durante la conversione.

Gli interventi videotoroscopici effettuati non hanno registrato complicanze maggiori. Si è verificato un solo decesso nel periodo perioperatorio, dovuto ad emorragia intracranica dopo chemio-radioterapia a 3 mesi dall'intervento.

I risultati chirurgici sono stati comparati tra 120 pazienti operati in VATS prima del maggio 2004 ed 80 sottoposti ad intervento convenzionale prima dell'introduzione della VATS.

Non si sono registrate differenze nella durata dell'intervento, nella perdita ematica, nel numero di linfonodi campionati tra questi due gruppi di pazienti (Tab. 2). La morbilità totale è risultata identica nei due gruppi e non correlata all'approccio VATS (Tab. 3).

Viene illustrata la curva di apprendimento relativa al gruppo di 120 pazienti (Fig. 8). L'apprendimento iniziale ottenuto nei primi 17 casi

raggiunse un plateau dopo l'esperienza di 36 casi [25]. Così il gruppo è stato ulteriormente suddiviso nei primi 36 pazienti e nei rimanenti 84, ed i relativi risultati sono stati nuovamente comparati con quelli del gruppo sottoposto a chirurgia "open".

Si metteva in luce che la durata dell'intervento negli ultimi 84 pazienti era simile a quella del gruppo "open", mentre la perdita ematica risultava significativamente minore nei medesimi 84 pazienti rispetto agli altri due gruppi. Le complicanze polmonari erano state ridotte del 5% negli 84 pazienti dopo adeguato apprendimento. L'analisi a variante unica dei fattori di rischio di infezione polmonare ha dimostrato che la profondità dell'invasione neoplastica e l'esperienza del chirurgo (numero di casi trattati) risultano predittive (valore  $p$  0.0458 e 0.0477 rispettivamente), mentre da analisi a varianti multiple è emerso che solo l'esperienza del chirurgo era un fattore di rischio e che il rischio di infezione polmonare era 0.3111-0.004 per numero di interventi [25].

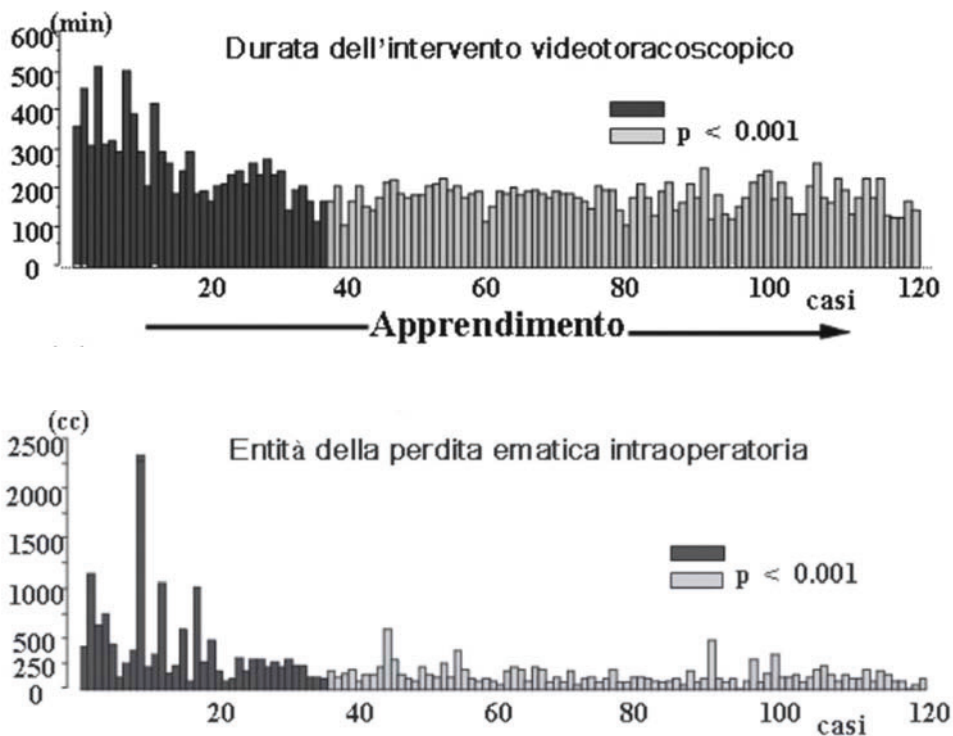
Quale risultato della riduzione del danno chirurgico alla parete toracica la capacità vitale è ap-

**Tabella 2.** Risultati dell'intervento toracoscopico

Parametro	Chirurgia "open" (80 pz)	P Open vs. Vats (ultime)	VATS (120 pz)		P
			Primi 36 pazienti	Ultimi 84 pazienti	
Linfonodi mediastinici asportati	34.0 ± 14.0	NS	29.5 ± 16.2	36.6 ± 12.0	NS
Durata intervento (min.)	194 ± 40	NS	270 ± 96	183 ± 30	< 0.0001
Perdita ematica (cc)	385 ± 173	0.006	412 ± 431	149 ± 94	< 0.0001

**Tabella 3.** Complicanze

Parametro	Chirurgia "open" (80 pz)	P Open vs. Vats (ultime)	Totale	VATS (120 pz)		P
				Primi 36 pazienti	Ultimi 84 pazienti	
Polmonite/ atelettasia	14	0.033	13	10	4	0.05
Lesione ricorrente	9	NS	16	5	11	NS
Chilotorace	0	NS	3	2	2	NS
Accidente cerebrale	0	NS	1	0	1	NS
Aritmia	3	NS	1	0	1	NS
Angina pectoris	0	NS	1	1	0	NS
Deiscenza anastomosi	2	NS	1	1	1	NS
Infezione ferita chirurgica	4	NS	1	1	0	NS



**Fig. 8.** Curva di apprendimento degli Autori relativa a 120 pazienti (durata dell'intervento toracoscopico e perdita ematica intraoperatoria)

parsa compromessa significativamente meno nei pazienti operati in VATS (15%) che in quelli trattati in chirurgia "open" (22%).

## Risultati a distanza

I risultati oncologici relativi ai pazienti operati in VATS sono stati comparati con quelli dei pazienti operati in chirurgia "open" [18].

La sopravvivenza di 76 pazienti trattati in VATS e di 80 pazienti operati in chirurgia "open" è stata seguita per almeno 3 anni, poiché la morte per recidiva della malattia è rara dopo i 3 anni dall'esofagectomia [26]. Non sono state riscontrate differenze nella sopravvivenza in relazione al tipo di approccio anche con pazienti stratificati in base alla stadiazione (Figg. 9, 10).

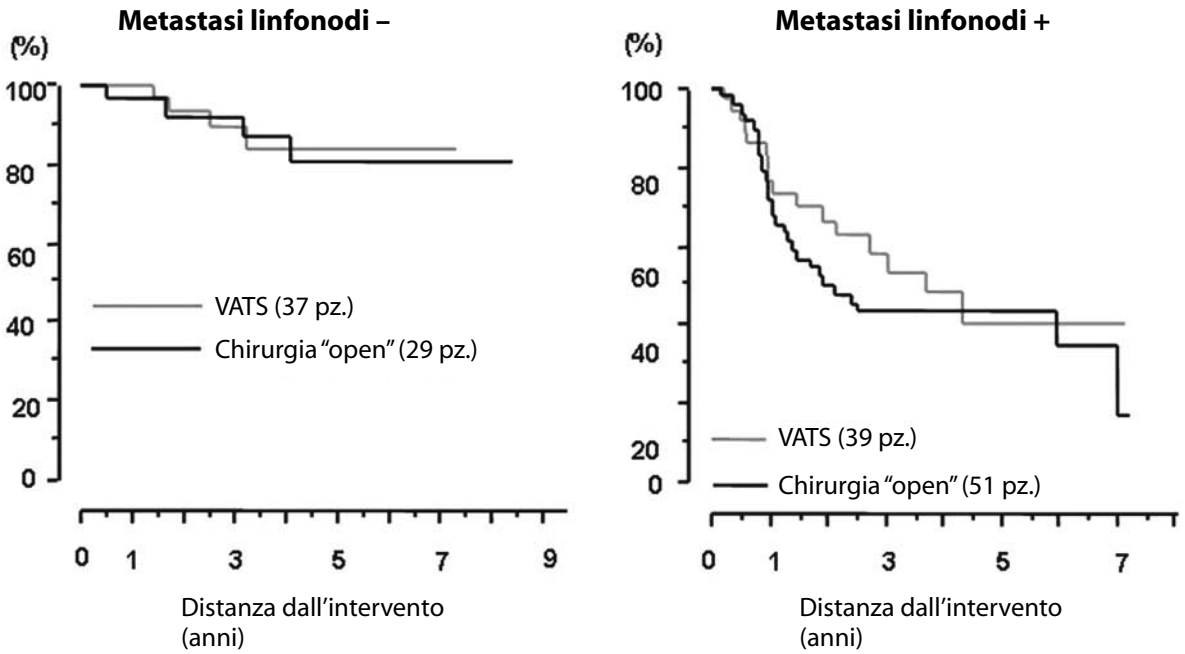
Il decesso per recidiva è avvenuto in 25 pazienti del gruppo VATS e 26 del gruppo "open".

La neoplasia ricompariva il più delle volte con modalità di disseminazione ematogena in ambedue

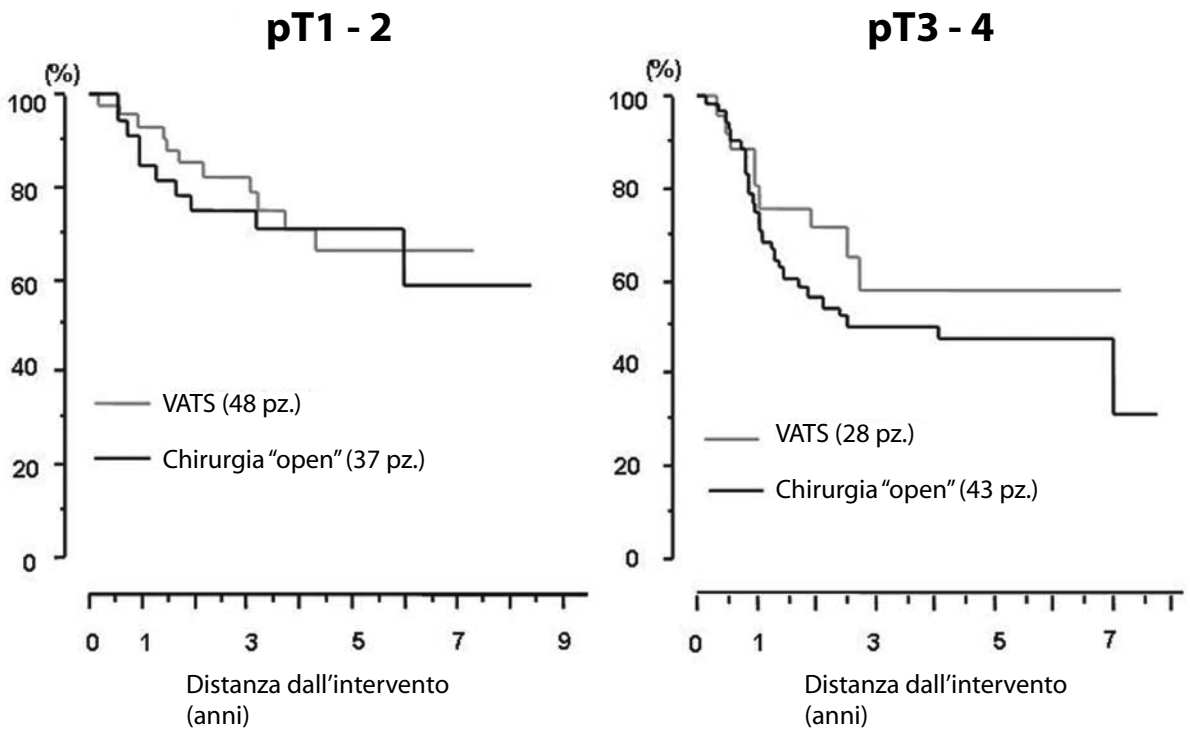
i gruppi (Fig. 11). L'inseminamento neoplastico è un rischio evocato in corso di chirurgia oncologica videoendoscopica [27], documentato a livello delle sedi degli accessi toracoscopici [24, 28-30]. Tuttavia in nessuno dei pazienti della casistica degli Autori è stato registrato un problema di questo tipo. L'inseminamento neoplastico potrebbe essere stato evitato per aver escluso dall'intervento VATS le neoplasie diffuse per contiguità e per aver manipolato con delicatezza sotto un'esposizione ottimale del mediastino, il tessuto linfatico sospetto di interessamento neoplastico. Questi risultati confermano che l'approccio toracoscopico risulta oncologicamente corretto quanto l'approccio convenzionale "open".

## Conclusioni

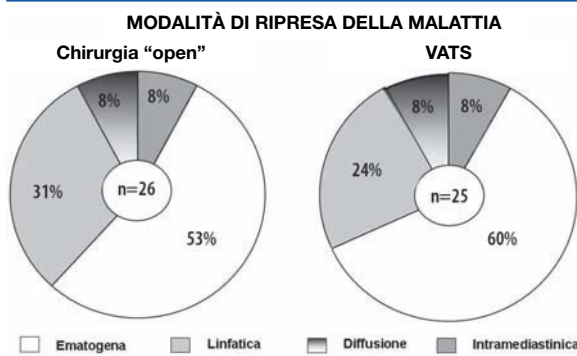
L'esofagectomia radicale può essere effettuata con approccio videotoracoscopico con morbidità inferiore e sopravvivenza sovrapponibile all'approccio "open".



**Fig.9.** Raffronto dell'indice di sopravvivenza registrato dagli Autori dopo intervento videotoroscopico ed "open" nei pazienti con o senza metastasi linfonodali



**Fig.10.** Raffronto dell'indice di sopravvivenza registrato dagli Autori dopo intervento videotoroscopico ed "open" nei pazienti con T1-T2 e T3-T4



**Fig. 11.** Confronto tra le modalità di recidiva della malattia dopo chirurgia videotoroscopica ed "open"

Per poter eseguire una corretta linfadenectomia risulta fondamentale sfruttare l'effetto magnificante la visione della videocamera tenendo quest'ultima il più vicino possibile al piano di dissezione.

I risultati in termini di sicurezza ed efficacia migliorano in base al livello di apprendimento del chirurgo.

La minitoracotomia permette una dissezione linfonodale altrettanto efficace dell'intervento in toracotomia tradizionale.

L'esofagectomia videotoroscopica viene favorita dalla condivisione da parte degli operatori di conoscenze di tipo strumentali e tecniche: l'efficacia della metodica dipende infatti, più che nella chirurgia "open", da una strumentazione idonea e dedicata.

È ragionevole aspettarsi miglioramenti di tipo tecnico, strumentale, ottico, quando nel mondo si sarà raggiunta un'esperienza adeguata, tale da permettere una maggiore accessibilità alla procedura ed un'ulteriore crescita della curva di apprendimento.

## Bibliografia

- Pisani P, Parkin DM, Ferlay P (1993) Estimates of the world wide mortality from eighteen major cancers in 1985. *Int J Cancer* 55:891-903
- Mizuno S, Yamaguchi N, Watanabe S (1990) Cancer mortality trends in Japan 1960: Three-dimensional graphical presentation. *Jpn J Clin Oncol* 22:433-436
- Tateishi M, Ichiyoshi Y, Kawano T et al (1995) Recurrent pattern of digestive tract carcinoma in the Japanese: Comparison of gastric cancer to colon cancer. *Int Surg* 90:41-44
- Noguchi M, Miyazaki I (1997) Extended lymph node dissection in gastrointestinal cancer. *J Surg Oncol* 65:57-65
- Akiyama H, Tsurumaru M, Udagawa H et al (1994) Radical lymph node dissection for cancer of the thoracic esophagus. *Ann Surg* 220:364-373
- Fujita H, Kakegawa T, Yamana H et al (1995) Motility and morbidity rates, postoperative course, quality of life, and prognosis after extended radical lymphadenectomy for oesophageal cancer. Comparison of three-field lymphadenectomy with two-field lymphadenectomy. *Ann Surg* 222:654-662
- Takemura M, Osugi H, Takada N et al (2003) Prognostic factors in patients with squamous oesophageal cancer associated with solitary lymph node metastasis after oesophagectomy and extended lymphadenectomy. *Oncology Reports* 10:75-80
- Matubara T, Ueda M, Kaisaki S et al (2000) Localization of initial node metastasis from carcinoma of the thoracic esophagus. *Cancer* 89:1869-1873
- Watanabe H (1995) The problems of cervico-thoraco-abdominal (3-field) lymphadenectomy for thoracic esophageal cancer. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 1:349-353
- Watson A (1994) Operable esophageal cancer: Current results from the West. *World J Surg* 18:361-366
- Funai T, Osugi H, Higashino M et al (2000) Estimation of lymph node metastasis by size in patients with intrathoracic oesophageal cancer. *Br J Surg* 87:1234-1239
- Cuschieri A, Shimi S, Banting S (1992) Endoscopic esophagectomy through a right thoracoscopic approach. *J Roy Coll Surg* 37:7-11
- Sutton DN, Wayman J, Griffin SM (1998) Learning curve for oesophageal cancer surgery. *Br J Surg* 85:1399-1402
- Luketich JD, Nguyen NT, Weigel T et al (1998) Minimally invasive approach to esophagectomy. *JLS* 2:243-247
- Luketich JD, Alvelo-Rivera M, Buenaventura PO et al (2000) Minimally invasive esophagectomy. *Ann Thorac Surg* 70:906-912
- Luketich JD, Alvelo-Rivera M, Buenaventura PO et al (2003) Minimally invasive esophagectomy. Outcomes in 222 patients. *Ann Surg* 238:486-495
- Osugi H, Takemura M, Higashino M et al (2002) Video-assisted thoracoscopic esophagectomy and radical lymph node dissection for esophageal cancer. *Surg Endosc* 16:1588-1593
- Osugi H, Takemura M, Higashino M et al (2003) Comparison of video-assisted thoracoscopic oesophagectomy and radical lymph node dissection for squamous cell cancer of the oesophagus with open operation. *Br J Surg* 90:108-113
- Collard JM (1995) Role of video-assisted surgery in the treatment of oesophageal cancer. *Ann Chir Gynaecol* 84:209-214
- McAnena OJ, Rogers L, William NS (1994) Right thoracoscopically assisted esophagectomy for cancer. *Br J Surg* 81:236-238
- Mitchell I, Corless DJ, Deligiannis E et al (1994) Thoracoscopic esophagectomy. *Minimally Invasive Therapy* 3:307-310
- Robertson GSM, Lloyd DM, Wicks ACB et al (1996) No obvious advantages for thoracoscopic two-stage esophagectomy. *Br J Surg* 83:675-678
- Peracchia A, Rosati R, Fumagalli U et al (1997) Thoracoscopic esophagectomy: Are there benefits? *Semin Surg Oncol* 13:259-262

24. Gossot D, Cattani P, Fritsch S et al (1995) Can the morbidity of esophagectomy be reduced by the thoroscopic approach? *Surg Endosc* 9:1113-1115
25. Osugi H, Takemura M, Higashino M et al (2003) Learning curve of video-assisted thoracoscopic esophagectomy and extensive lymphadenectomy for squamous cell cancer of the thoracic esophagus and results. *Surg Endosc* 17:515-519
26. Osugi H, Takemura M, Higashino M et al (2003) Causes of death and pattern of recurrence after esophagectomy and extended lymphadenectomy for squamous cell carcinoma of the thoracic esophagus. *Oncology Reports* 10:81-87
27. Paolucchi V, Schaeff B, Schneider M et al (1999) Tumor seeding following laparoscopy: international survey. *World J Surg* 23:989-997
28. Law S, Fok M, Chu KM et al (1997) Thoracoscopic esophagectomy for oesophageal cancer. *Surgery* 122:8-14
29. Segalin A, Bonavina L, Rosati R et al (1994) Parietal seeding of esophageal cancer after thoracoscopic resection. *Dis Esophagus* 7:64-65
30. Dixit A, Martin C, Flynn P (1997) Port-site recurrence after thoracoscopic resection of oesophageal cancer. *Aust NZ J Surg* 67:184-189

## Premesse

L'esofagectomia transtoracica (addominotoracica) "en bloc" (TTE) con dissezione linfonodale a tre livelli ha migliorato la sopravvivenza dei pazienti affetti da cancro esofageo [1, 2].

La morbilità operatoria e la mortalità risultano tuttavia alti [2-4]. Complicanze polmonari dopo un intervento di TTE sono relativamente frequenti e questo comporta a volte un quadro di insufficienza respiratoria che mette in pericolo la vita del paziente [3-9]. I pazienti portatori di cancro dell'esofago sono di frequente anziani e con funzionalità polmonare e cardiovascolare compromesse e problemi di tipo nutrizionale fino ad arrivare ad un quadro di cachessia. Questi dati precludono alla maggior parte dei pazienti una terapia curativa orientando il primo intervento medico verso un trattamento palliativo. Perciò l'esofagectomia transiatale (THE) che permette di evitare la toracotomia e consente una durata di intervento più contenuta è stata adottata per il trattamento palliativo [5-15]. Ma i rischi della THE sono rappresentati da sanguinamento e da lesioni mediastiniche dovuti alla mobilizzazione alla cieca dell'esofago mentre i limiti risiedono soprattutto nell'impossibilità ad effettuare una dissezione linfonodale, considerando che lo stadio dell'N risulta il miglior indicatore per la prognosi e la terapia postoperatoria [1-4].

Con l'ausilio del mediastinoscopio i rischi associati ad una mobilizzazione esofagea alla cieca si riducono per la possibilità di visualizzare direttamente le strutture mediastiniche; con questo tipo di approccio risulta altresì possibile il campionamento linfonodale.

## Indicazioni

La resezione endoscopica mucosa (EMR) viene indicata per neoplasie localizzate e superficiali (lesioni limitate alla lamina epiteliale e mucosa propria in cui non ci si aspetti metastasi linfatiche) [16]. La

presenza di aree diffuse e multiple di infiltrazione mucosa comporta un intervento di EMR esteso che può essere gravato dai rischi di stenosi postoperatoria e di perforazione dell'esofago.

L'esofagectomia transiatale con assistenza mediastinoscopica (MATHE) viene raccomandata in questi casi.

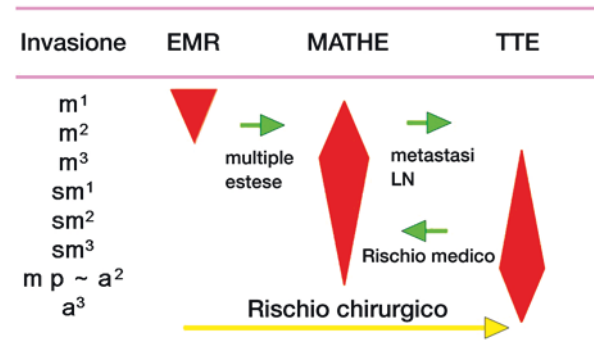
I pazienti con cancro esofageo sono spesso anziani ed a rischio operatorio elevato: un intervento di esofagectomia transtoracica risulterebbe troppo traumatizzante e perciò in questi pazienti si preferisce l'esofagectomia transiatale con assistenza mediastinoscopica (Fig. 1).

## Accessi e tecnica chirurgica



Si utilizza un videomediastinoscopio con ottica da 5mm collegato ad un retrattore con estremità trasparente (Subcu dissector, Endopath Safenous Harvest Tray, Ethicon Endosurgery Inc. Cincinnati, OH,

## Indicazioni alla MATHE in corso cancro dell'esofago



**Fig. 1.** La resezione mucosa endoscopica (EMR) viene eseguita in quelle forme di cancro esofageo localizzate, superficiali e senza metastasi linfatiche. L'esofagectomia transiatale con assistenza videomediastinoscopica (MATHE) risulta indicata per lesioni mucose estese e multiple. La tecnica trova anche indicazione per i pazienti ad alto rischio

USA) (Fig. 2a e b). Il videomediastinoscopio è necessario per creare uno spazio operatorio mediastinico grazie alla retrazione prodotta su trachea ed esofago.

Il paziente viene posto sul tavolo operatorio in posizione supina con gli arti superiori avvicinati al tronco.

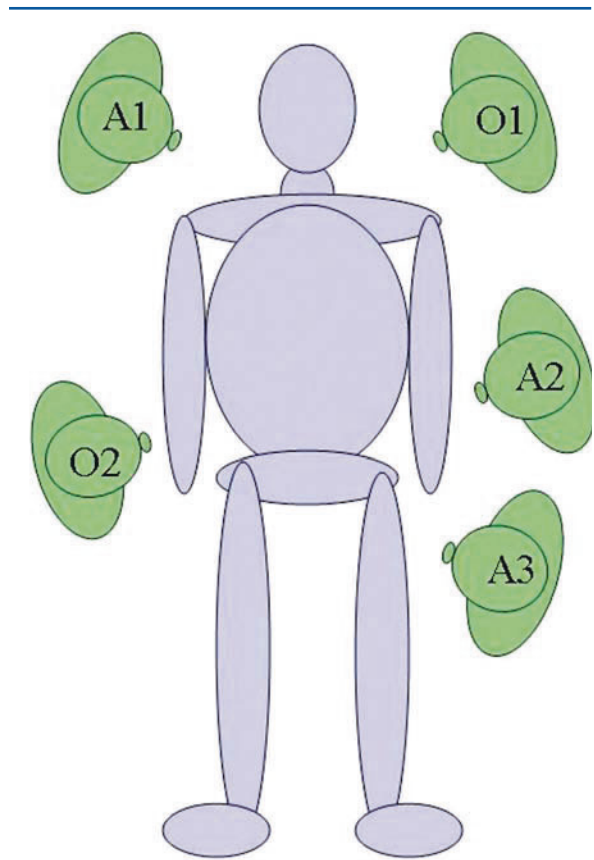
Il primo operatore (O1) ed il primo assistente (A1) (*team cervicale*) eseguono l'intervento al collo col videomediastinoscopio mentre il secondo operatore (O2) ed il secondo e terzo assistente (A2, A3) (*team addominale*) preparano simultaneamente l'organo da anastomizzare all'esofago per ristabilire la continuità digestiva e provvedono alla dissezione dell'esofago terminale e dei linfonodi addominali e dell'esofago inferiore (Figg. 3, 4).

### Tempo cervicale

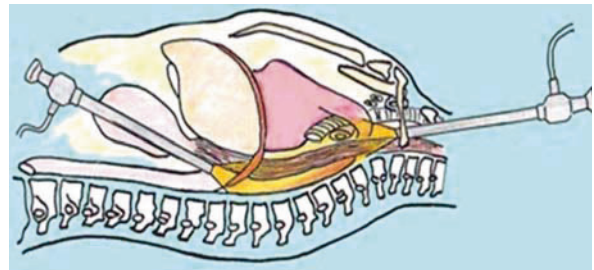
La MATHE inizia con una cervicotomia a collare estesa a sinistra. Il margine anteriore del muscolo sternocleidomastoideo viene sezionato e retratto ed i muscoli pretiroidei vengono sezionati trasversalmente. L'esofago cervicale viene esposto circonferenzialmente e caricato su fettuccia di gomma. Il vi-



**Fig. 2 a, b.** Videomediastinoscopio con ottica da 5 mm. Si noti la presenza di un cappuccio trasparente all'estremità dello strumento per evitare che il sangue possa imbrattare l'ottica. Il retrattore piatto è necessario per creare uno spazio operatorio mediastinico



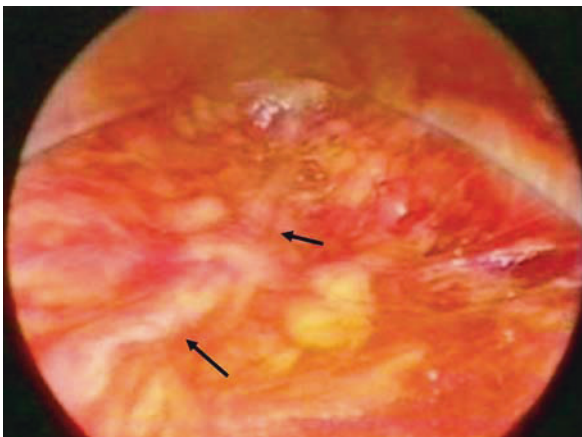
**Fig. 3.** Il paziente viene posizionato supino con gli arti superiori addossati al tronco. Il primo operatore (O1) ed il primo assistente (A1) (*team cervicale*) eseguono il tempo chirurgico cervicale utilizzando il videomediastinoscopio; il secondo operatore (O2) ed il secondo e terzo assistente (A2, A3) (*team addominale*) preparano contemporaneamente l'organo da anastomizzare all'esofago e procedono alla dissezione dell'esofago distale



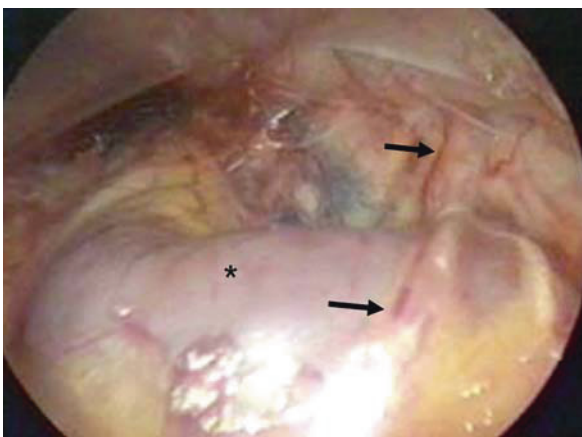
**Fig. 4.** L'intervento inizia con un approccio cervicale sinistro. Il videomediastinoscopio viene fatto progredire in mediastino attraverso il collo ed a volte per via transiatale. Lo spazio operatorio si ricava grazie alla retrazione dell'esofago prodotta dal videomediastinoscopio. Si esegue la dissezione esofagea sotto visione diretta

deomediastinoscopio viene inserito delicatamente dal lato sinistro dell'esofago e lo si fa progredire gradualmente in mediastino. Lo spazio operatorio si ottiene grazie alla retrazione dell'esofago prodotta dal videomediastinoscopio. Il dotto toracico viene agevolmente visualizzato sulla parete posteriore dell'esofago (Fig. 5a). Durante questo tempo i vasi sanguigni e linfatici vengono esposti in sicurezza e coagulati con forbici da coagulazione laparoscopica-LCS (Harmonic Scalpel, Ethicon) ed utilizzando un coagulatore che contemporaneamente aspira ed irriga (Endopath Probe Plus II, Ethicon).

Nel suo versante destro l'esofago viene isolato con LCS arrivando ad esporre la vena azygos e l'arteria bronchiale (Fig. 5b).



**Fig. 5 a.** L'esofago viene spostato anteriormente dal videomediastinoscopio. Il dotto toracico (*frecce*) viene agevolmente riconosciuto sul versante posteriore sinistro dell'esofago



**Fig. 5 b.** Si procede alla dissezione esofagea. Questo tempo viene eseguito con grande accuratezza per evitare danni a piccoli vasi sanguigni e linfatici. L'arco della vena azygos (\*) e l'arteria bronchiale destra (*frecce*) vengono identificati con chiarezza sul versante posteriore destro dell'esofago

Sulla faccia anteriore dell'esofago si diseca il legamento tracheo-esofageo giungendo a visualizzare la biforcazione della trachea ed i linfonodi dell'ilo polmonare. Si coagulano i vasi di piccolo calibro col coagulatore/aspiratore/irrigatore ad uncino (Endopath) (Fig. 5c).

Sul versante posteriore l'arteria esofagea viene coagulata col sistema LCS.

I linfonodi toracici paraesofagei superiori ed inferiori vengono isolati e dissecati assieme all'esofago.

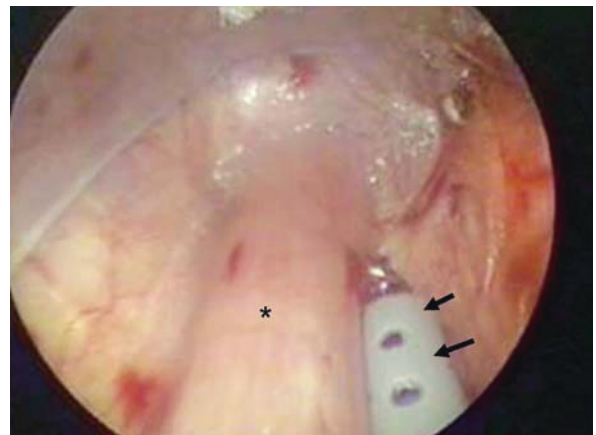
### **Tempo addominale e completamento della dissezione linfonodale mediastinica**

Durante questo tempo, eseguito dal team cervicale, viene preparato dal team addominale l'organo da anastomizzare all'esofago, rappresentato nella maggior parte dei casi dallo stomaco.

Vengono dissecati i linfonodi gastrici (cardiali destri e sinistri, della piccola curva, dell'arteria gastrica sinistra), quelli paraesofagei inferiori, quelli diaframmatici e quelli del mediastino posteriore.

L'esofago viene sezionato a livello cervicale con una suturatrice lineare (Proximate Linear Cutter, Ethicon) e successivamente lo si trascina dal mediastino verso l'addome a dissezione completata.

Si inserisce nuovamente il videomediastinoscopio per controllare l'emostasi e per procedere alla dissezione dei rimanenti gruppi linfonodali. Si visualizzano il cuore, la vena azygos ed il nervo vago. Si identifica inoltre il nervo laringeo ricorrente si-



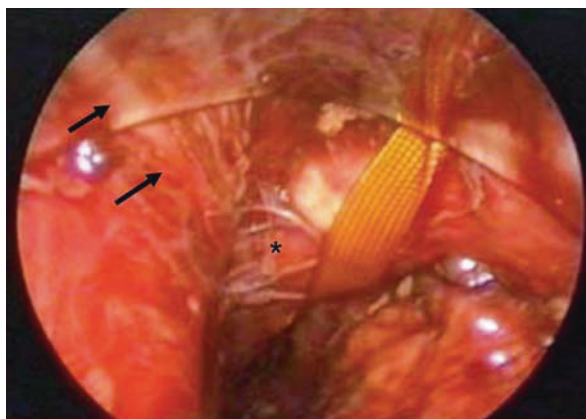
**Fig. 5 c.** Si esegue la dissezione del legamento tracheoesofageo ed il videomediastinoscopio viene fatto progredire ancora più caudalmente, tanto da consentire la visualizzazione dell'esofago (\*) in un ampio campo operatorio. I vasi sanguigni e linfatici vengono esposti e coagulati in sicurezza con un coagulatore ad uncino (*frecce*) che può consentire contemporaneamente l'irrigazione e l'aspirazione

nistro sotto l'arco aortico ed il versante sinistro della trachea (Fig. 5d). Si procede a cauta dissezione dei linfonodi ricorrenziali con LCS senza lesionare il nervo (Fig. 5e). Al termine della dissezione il nervo ricorrente sinistro viene visualizzato completamente (Fig. 5f).

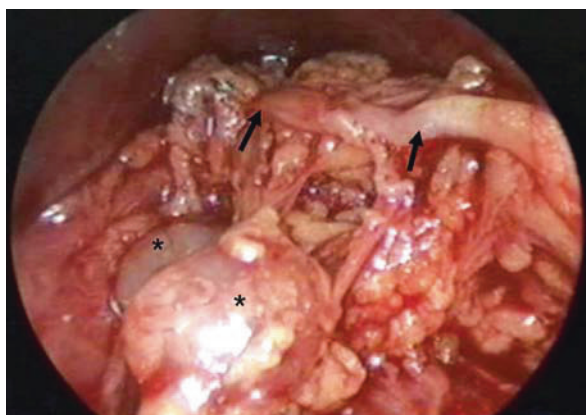
Vengono successivamente asportati con LCS i linfonodi della catena ricorrenziale destra retraindo anteriormente la cartilagine della parete destra della trachea, allo scopo di evitare lesioni al nervo laringeo ricorrente destro che decorre su di un piano posteriore all'arteria succlavia destra (Fig. 5g).

### Tempo anastomotico

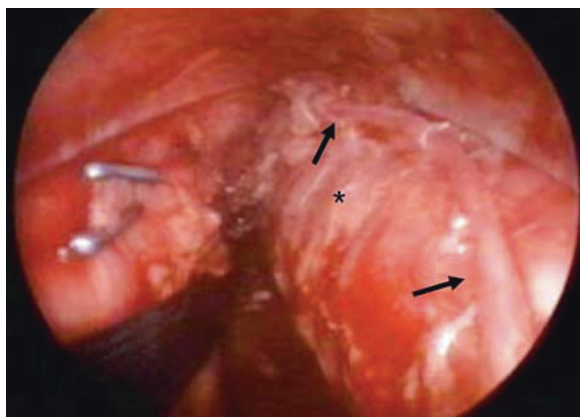
Lo stomaco tubulizzato o il colon vengono infine portati per via transiatale fino al collo dove viene



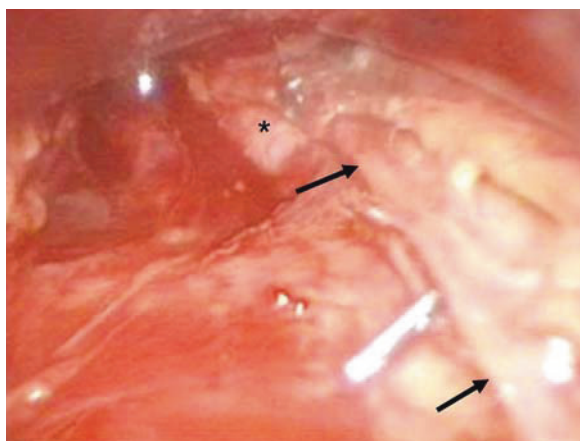
**Fig. 5 d.** Al di sotto dell'arco dell'aorta si riconoscono chiaramente il bronco principale di sinistra (\*) ed il nervo laringeo ricorrente sinistro (frecce)



**Fig. 5 e.** Si evidenzia il nervo ricorrente sinistro (frecce) al di sotto del margine sinistro della trachea. I linfonodi ricorrenziali (\*) vengono accuratamente dissecati con LCS



**Fig. 5 f.** Terminata la dissezione linfonodale il nervo ricorrente sinistro (frecce) si visualizza chiaramente sul margine sinistro della trachea (\*)



**Fig. 5 g.** Viene preservato il nervo ricorrente destro (frecce) che decorre posteriormente all'arteria succlavia destra (\*)

effettuata l'anastomosi con suturatrice circolare (Endopath ILS, Ethicon).

Due drenaggi in aspirazione vengono posizionati in sede cervicale ed addominale e si chiudono per piani la cervicotomia e la laparotomia.

### Risultati

Dal novembre 1993 al dicembre 2005 sono stati sottoposti a MATHE presso il Dipartimento di Chirurgia Oncologica e Rigenerativa dell'Università di Tokushima (Giappone) 46 pazienti (37 uomini e 9 donne), con range di età 34-82 anni (età media 67 anni), affetti da carcinoma squamoso (44 casi), adenocarcinoma (1 caso), sarcoma (1 caso). In 29 pa-

zienti l'intervento era stato effettuato col conforto di una diagnosi preoperatoria di neoplasia a localizzazione superficiale, ottenuta col supporto dell'endoscopia e dell'ecoendoscopia. La diagnosi istologica dei pezzi di exeresi ha provato la presenza di una infiltrazione mucosa (pT1a) in 20 casi, e l'invasione della sottomucosa (pT1b) in 9 casi.

L'intervento è stato effettuato anche in 34 pazienti con fattori di rischio medico, 18 dei quali presentavano un tumore ad estensione superficiale. Il principale fattore di rischio era rappresentato da problemi funzionali respiratori, definiti da una capacità vitale (VC) < 2.5 L (18 pazienti), inclusi 2 pazienti che erano stati precedentemente sottoposti a toracoplastica. Gli altri fattori di rischio erano rappresentati da:

- patologie cardiache (6 pazienti)
- cirrosi epatica (5 pazienti)
- diabete mellito (7 pazienti)
- malnutrizione (4 pazienti)
- condizioni generali scadenti (4 pazienti)
- storia di patologia neurovascolare (2 pazienti)
- età > 80 anni (2 pazienti)
- trombocitopenia (1 paziente)
- carcinoma gastrico sincro (3 pazienti)
- carcinoma della lingua (2 pazienti)
- carcinoma dell'ipofaringe (2 pazienti)
- metastasi polmonare (1 paziente).

L'intervento è stato effettuato anche in un paziente affetto da sclerosi laterale amiotrofica (ALS) ed un altro che presentava un grave handicap psichico e motorio da postumi di poliomielite infantile.

Una EMR era stata effettuata precedentemente in 4 pazienti nei quali veniva successivamente notata la presenza di un cancro residuo.

Dei 46 casi sottoposti a MATHE uno è stato successivamente escluso dallo studio. Questa paziente, una donna di 54 anni, era portatrice di lesioni erosive e l'ecoendoscopia preoperatoria aveva rivelato che la neoplasia aveva invaso la lamina propria ed era estesa. Durante l'intervento di MATHE i linfonodi ricorrentiali erano apparsi di dimensioni aumentate e risultati poi positivi all'esame istopatologico estemporaneo. Veniva pertanto decisa la conversione dell'intervento in una TTE con linfadenectomia radicale.

Dei restanti 45 pazienti in nessun caso si è resa necessaria la conversione dell'intervento in toracotomia per il sopraggiungere di complicanze intraoperatorie.

Il tempo operatorio medio è stato di 265 minuti (range 118-474 min) e la perdita media di sangue è risultata di 438 g (range 50-1420 g).

In 38 casi si è utilizzato lo stomaco tubulizzato, nei rimanenti 7 portatori di pregressa gastrectomia (4 casi) e con carcinoma sincro dello stomaco (3

casi) si è utilizzato il colon (6 casi), e l'ileo-colon (1 caso).

La tubulizzazione gastrica con simultaneo trapianto di digiuno si è resa necessaria in pazienti con cancro faringeo alto accompagnato da esteso cancro esofageo superficiale.

Nei casi sottoposti a tubulizzazione gastrica il tempo operatorio medio è stato di 220 minuti (range 118-425 min) e la perdita media di sangue è risultata di 349 g (range 50-750 g). Non sono state registrate complicanze intraoperatorie.

Molti pazienti sono stati estubati in prima o seconda giornata postoperatoria con una degenza in Terapia Intensiva variabile da 1 a 3 giorni.

In 11 pazienti (24.4%) si è verificato un focolaio broncopneumonico: in 8 di questi il quadro si è risolto con antibioticoterapia e fisiochinesiterapia respiratoria, mentre nei rimanenti 3 è stato necessario procedere ad una reintubazione e ad una tracheostomia per la comparsa di ripetute polmoniti da aspirazione (i tre pazienti erano portatori di danno epatico con diabete mellito, ALS e postumi di poliomielite infantile rispettivamente).

Nessuno degli altri pazienti ha sviluppato un'insufficienza respiratoria.

Una paralisi ricorrentiale è comparsa in 16 pazienti, pari al 35,6% dei casi. La sede è sempre stata quella ricorrentiale di sinistra ed in ogni caso tutti i pazienti eccetto uno sono guariti dopo 2 mesi.

Una deiscenza anastomotica, peraltro minima, è stata riscontrata in 4 pazienti (8.9%), ma si è risolta in tutti i casi spontaneamente.

Un'enterite da *Stafilococcus aureus* meticillina-resistente (MRSA) si è sviluppata in un paziente ma si è risolta con antibioticoterapia.

In un caso si è verificata una rottura di milza da causa ignota in terza giornata.

Non si è riscontrato alcun caso di mortalità da problemi polmonari dopo MATHE.

La sopravvivenza globale a 5 anni è risultata del 30%.

## Discussione

Nonostante gli indubbi progressi del trattamento intensivo perioperatorio, l'esofagectomia transtoracica "en bloc" viene ancora associata ad un'alta morbilità e mortalità, soprattutto di tipo respiratorio [2-7].

Di recente, la chirurgia mininvasiva ha iniziato ad essere impiegata anche nella patologia esofagea.

La TTE toracoscopica, nonostante la dissezione in sicurezza dei linfonodi anche nelle lesioni del ter-

zo medio, non offre miglioramenti significativi per quanto concerne le complicanze polmonari e la mortalità perioperatoria: il motivo potrebbe essere riferito al prolungato periodo di anestesia in regime di ventilazione monopolmonare. Con la stessa tecnica inoltre si sono registrate complicanze intraoperatorie quali lacerazioni dell'arco dell'aorta, dell'arteria intercostale, della vena azygos, lesioni bronchiali, disseminazione neoplastica nelle sedi delle porte toracoscopiche [17-21].

Si era ipotizzato che l'esofagectomia transiatale con anastomosi cervicale, che non richiede una toracotomia, potesse prevenire le complicanze polmonari postoperatorie [7, 8]. Ma la THE non garantisce un miglior risultato nel breve periodo ed una più efficace palliazione in pazienti con funzione respiratoria compromessa. È stato inoltre osservato che la tecnica è piuttosto rischiosa se eseguita in corso di neoplasie del terzo medio dell'esofago, così viene controindicata per questo tipo di localizzazione [8,9]. Oltretutto la valutazione dell'N, fondamentale per valutare la prognosi e l'indicazione ad eventuali terapie adiuvanti, non può essere effettuata con questo tipo di approccio [16].

Il supporto videoendoscopico è stato utilizzato nella THE, attraverso il collo [22-24], lo hiatus [25] ed in associazione alla laparoscopia [26, 27]. Tuttavia l'approccio transiatale e quello laparoscopico risultano inadeguati per il trattamento chirurgico del carcinoma squamoso per l'impossibilità di raggiungere il piano mediastinico superiore dove le metastasi linfonodali sono frequenti.

L'utilizzo del videomediastinoscopio con accesso cervicale è stato proposto da Bumm et al. [23], che su una casistica di 124 dissezioni endoscopiche da adenocarcinoma dell'esofago distale, hanno sottolineato la possibilità di effettuare in videomediastinoscopia la dissezione controllata del mediastino superiore e la biopsia di numerose stazioni linfonodali mediastiniche col grande vantaggio di poter giungere ad una stadiazione completa. Ma le loro prime esperienze sono state contrassegnate da incidenti intraoperatori derivanti da lesioni bronchiali e vascolari [24]. Le complicanze polmonari postoperatorie erano state del 13.3% e le paralisi ricorrenti del 6.6% [24].

Gli Autori utilizzano normalmente un videomediastinoscopio con ottica da 5mm, collegato all'estremità ad un retrattore trasparente. Ogni manovra viene effettuata agevolmente grazie alla possibilità di ottenere una buona luce operatoria nonostante la ristrettezza dello spazio mediastinico paraesofageo [28, 29]. I nervi laringei ricorrenti, il dotto toracico, la vena azygos vengono chiaramente individuati. Nessuna lesione mediastinica intraoperatoria è mai stata registrata.

La percentuale di paralisi ricorrenti è stata del 33%, piuttosto elevata rispetto ad altre casistiche [23, 24]. Tutte le paralisi ricorrenti si sono verificate a sinistra e potrebbero essere state determinate dal contatto del retrattore endoscopico col nervo laringeo, localizzato lungo la parete sinistra della trachea. Un altro motivo potrebbe essere la dissezione aggressiva sotto visione diretta delle strutture del mediastino superiore. Un'accurata preparazione del nervo ha impedito una sua lesione irreversibile, tanto che la paralisi ricorrente è risultata temporanea in tutti i casi eccetto uno.

Focolai broncopneumonici si sono verificati nel 25% dei casi.

Non è stata registrata alcuna mortalità.

La conversione in toracotomia è stata richiesta in un solo caso per la presenza di metastasi linfonodali mediastiniche. I rilievi istopatologici avevano mostrato un'infiltrazione della mucosa propria (non ci si aspettava né la disseminazione metastatica linfonodale né l'invasione vascolare) con massiva invasione dei vasi linfatici e tre metastasi ai linfonodi ricorrenti campionati in corso di MATHE [28]. In questo caso i linfonodi ricorrenti sinistri sono stati denominati "linfonodo sentinella (SLN)".

Dopo quest'ultimo caso gli Autori hanno adottato una dissezione linfonodale aggressiva col videomediastinoscopio e, dopo aver introdotto un nuovo sistema di ricerca del linfonodo sentinella utilizzando la TC-linfografia (CT-LG) in pazienti con carcinoma della mammella, l'hanno successivamente applicato a pazienti con cancro esofageo superficiale [30, 31].

La possibilità offerta dal videomediastinoscopio di visualizzare con chiarezza le strutture mediastiniche permette l'esecuzione dell'esofagectomia transiatale in sicurezza con basso rischio di complicanze intraoperatorie. Inoltre, il completo riconoscimento delle stazioni linfonodali ne garantisce la corretta dissezione e campionamento per giungere ad una stadiazione rigorosa.

Il campionamento del linfonodo sentinella si può eseguire senza creare danni all'esofago. La EMR combinata col campionamento videomediastinoscopico del linfonodo sentinella consente la preservazione dell'esofago nel trattamento del carcinoma superficiale.

Nei pazienti con lesioni avanzate e ad alto rischio operatorio la MATHE è l'unico intervento che può essere proposto. La dissezione sotto visione diretta provvede ad una resezione curativa se il numero delle metastasi linfonodali risulta limitato. Inoltre consente di effettuare una stadiazione completa a fini prognostici e terapeutici.

## Conclusioni

Grazie al videomediastinoscopio che rende possibile una completa visualizzazione delle strutture del mediastino, l'esofagectomia transiatale può essere realizzata con ridotto rischio di complicanze intraoperatorie.

Il chiaro riconoscimento delle stazioni linfonodali ne consente inoltre un agevole dissezione e campionamento a fini studiati.

La MATHE può infine essere facilmente convertita in un approccio chirurgico più radicale se vengono riscontrate metastasi linfonodali.

L'ulteriore sviluppo della tecnica chirurgica e del relativo strumentario potranno sicuramente allargare le indicazioni della MATHE.

## Bibliografia

1. Akiyama H, Tsurumaru M, Udagawa H et al (1994) Radical lymph node dissection for cancer of the thoracic esophagus. *Ann Surg* 220:364-373
2. Altorki N (2005) En-bloc esophagectomy-the three field dissection. *Surg Clin North Am.* 85:611-619
3. Avendano CE, Flume PA, Silvestri GA et al (2002) Pulmonary complications after esophagectomy. *Ann Thorac Surg* 73:922-1026
4. Fang W, Kato H, Tachimori Y et al (2003) Analysis of pulmonary complications after three-field lymph node dissection for esophageal cancer. *Ann Thorac Surg* 76:903-908
5. Goodney PP, Suwers AE, Stukel TA et al (2002) Is surgery getting safer? National trends in operative mortality. *J Am Coll Surg* 195:219-227
6. Nagawa H, Kobori O, Muto T (1994) Prediction of pulmonary complications after transthoracic oesophagectomy. *Br J Surg* 81:860-862
7. Mathisen DJ, Grillo HC, Earle WW et al (1988) Transthoracic esophagectomy: a safe approach to carcinoma of the esophagus. *Ann Thorac Surg* 45:137-143
8. Lin J, Iannettoni MD (2005) Transhiatal esophagectomy. *Surg Clin North Am.* 85:593-610
9. Orringer MB, Marshall B, Iannettoni MD (1999) Transhiatal esophagectomy: Clinical experience and refinements *Ann Surg* 230:392-403
10. Tilanus HW, Hop WC, Langenhorst BL et al (1993) Esophagectomy with or without thoracotomy. Is there any difference? *J Thorac Cardiovasc Surg* 105:898-903
11. Jauch KW, Bacha EA, Denecke H et al (1992) Esophageal carcinoma: prognostic features and comparison between blunt transhiatal dissection and trans thoracic resection. *Europ J Surg Oncol* 18:553-562
12. Gotley DC, Beard J, Cooper MJ et al (1990) Abdomino-cervical (transhiatal) esophagectomy in the management of esophageal carcinoma. *Br J Surg* 77:815-819
13. Muller JM, Erasmi H, Stelzner M et al (1990) Surgical therapy of oesophageal carcinoma. *Br J Surg* 77:845-857
14. Terz JJ, Beatty JD, Kokal WA et al (1987) Transhiatal esophagectomy. *Am J Surg* 154:42-48
15. Wong J (1987) Esophageal resection for cancer: the rationale of current practice. *Am J Surg* 153:18-24
16. Kato H, Tachimori Y, Watanebe H et al (1990) Superficial esophageal carcinoma: surgical treatment and the results. *Cancer* 66:2319-2323
17. Law S, Fok M, Chu KM (1997) Thoracoscopic esophagectomy for esophageal cancer. *Surgery* 122:8-14
18. Azagra JS, Ceuterick M, Georgen M et al (1993) Thoracoscopy in esophagectomy for esophageal cancer. *Br J Surg* 80:320-321
19. Segalin A, Bonavina L, Rosati R et al (1994) Parietal seeding of esophageal cancer after thoracoscopic resection. *Diseases of the Esophagus* 7:645-645
20. Robertson GSM, Lloyd DM, Wicks ACB et al (1996) No obvious advantages for thoracoscopic two-stage oesophagectomy. *Br J Surg* 83:675-678
21. Gossot D, Cattani P, Fritsch S et al (1995) Can the morbidity of esophagectomy be reduced by the thoracoscopic approach? *Surg Endosc* 9:1113-1115
22. Buess G, Kaiser J, Manncke K et al (1997) Endoscopic microsurgical dissection of the esophagus (EMDE). *Intern Surg* 82:109-112
23. Bumm R, Holscher AH, Feussner H et al (1993) Endodissection of the thoracic esophagus. Technique and clinical results in transhiatal esophagectomy. *Ann Surg* 218:97-104
24. Bumm R, Feussner H, Bartels H et al (1997) Radical transhiatal esophagectomy with two-field lymphadenectomy and endodissection for distal esophageal adenocarcinoma. *World J Surg* 21:822-831
25. Sadanaga N, Kuwano H, Watanabe M et al (1994) Laparoscopy-assisted surgery: a new technique for transhiatal esophagectomy. *Am J Surg* 168:355-357
26. Depaula AL, Hashiba K, Ferreira EAB et al (1995) Laparoscopic transhiatal esophagectomy with esophagogastroplasty. *Surg Laparosc Endosc* 5:1-5
27. Swanstrom LL, Hansen P (1997) Laparoscopic total esophagectomy. *Arch Surg* 132:943-948
28. Tangoku A, Hayashi H, Kanamura S et al (2000) Lymph node metastases identified with mediastinoscopy in patient with superficial carcinoma of the esophagus. *Surg Endosc* 14:595
29. Tangoku A, Yoshino S, Abe T et al (2004) Mediastinoscope-assisted transhiatal esophagectomy for esophageal cancer. *Surg Endosc* 18:383-389
30. Tangoku A, Yamamoto S, Suga K et al (2004) Sentinel lymph node biopsy using computed tomography-lymphography in patients with breast cancer. *Surgery* 135:258-265
31. Hayashi H, Tangoku A, Suga K et al (*in press*) Lymphography-navigated sentinel lymph node biopsy in patients with superficial esophageal cancer. *Surgery*

## Premesse

Si definisce chilotorace la presenza di linfa nel cavo pleurico, causata da una lesione interessante il dotto toracico o uno dei suoi maggiori tributari [1].

Il primo caso di chilotorace postraumatico è stato segnalato da Quinte nel 1875, mentre Blalock per primo lo ha descritto come una complicanza chirurgica nel 1936 [2].

Il chilotorace è una patologia che può risultare di difficile gestione dal punto di vista clinico, essendo una condizione debilitante dal momento che il paziente diventa severamente denutrito e defedato in relazione alla perdita massiva di immunoglobuline, linfociti, proteine e grassi. La compressione sul polmone e lo spostamento del mediastino possono inoltre comportare conseguenze anche gravi [3, 4].

Senza un efficace trattamento la mortalità arriva al 50% dei casi [5].

Sono state proposte negli anni diverse opzioni terapeutiche, che vanno dal semplice drenaggio del cavo pleurico alla nutrizione parenterale totale, alla dieta con trigliceridi a catena media fino all'intervento chirurgico [6-11].

L'avvento della Chirurgia Toracica Videoassistita (VATS) nell'ultima decade ha cambiato l'approccio nel trattamento di numerose patologie del torace. Nel trattamento del chilotorace la VATS ha incontrato un grande successo grazie alla sua facilità di esecuzione ed alla bassa morbilità [6, 7, 12-14].

## Anatomia e fisiologia

I collettori linfatici provenienti dalla cavità addominale e dalle parti inferiori del corpo confluiscono posteriormente all'aorta ed al di sotto del diaframma formando il dotto toracico. Normalmente è presente una dilatazione all'origine del dotto toracico, denominata *cisterna chyli* [15].

Sebbene siano presenti ampie variazioni anatomiche del suo tragitto nel 50% della popolazione, il dotto toracico classicamente si porta verso l'alto

partendo dalla *cisterna chyli* che è situata anteriormente alla prima o seconda vertebra lombare, passando attraverso lo *hiatus* aortico del diaframma per poi entrare nel mediastino posteriore [16]. Al di sopra del diaframma il dotto decorre sulla superficie anteriore del rachide dietro l'esofago e tra l'aorta e la vena azygos. Dirigendosi verso l'alto si colloca a destra del rachide fino a livello della 5°-6° vertebra toracica quando incrocia la colonna vertebrale posteriormente all'esofago e raggiunge il mediastino posteriore sinistro. Il dotto toracico in questa regione passa posteriormente all'arco aortico mantenendosi adiacente al margine sinistro dell'esofago e dietro all'arteria succlavia sinistra. Forma successivamente un'ansa al di sopra dell'arteria succlavia nel mediastino antero-laterale superiore per poi discendere e scaricarsi nella circolazione venosa a livello della confluenza giugulo-succlavia sinistra (Figg. 1 e 2).

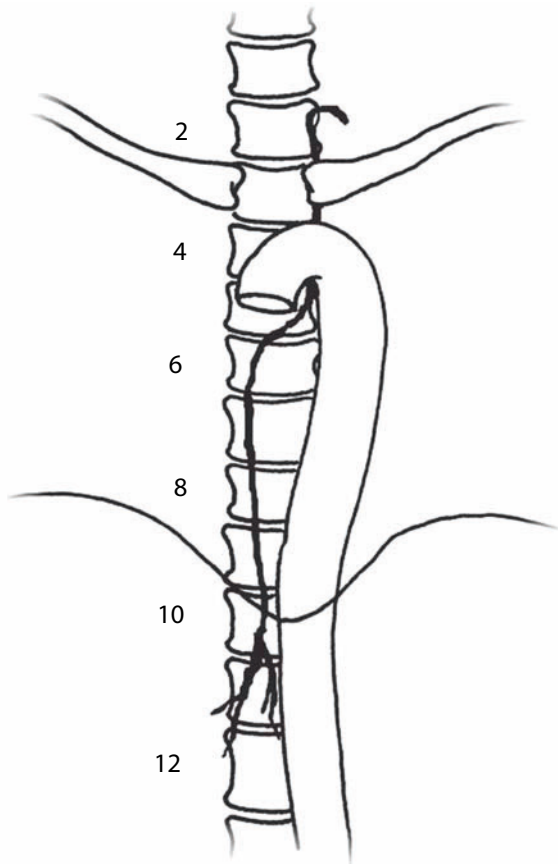
L'unico dato costante nell'anatomia del dotto toracico sono le sue numerose variazioni anatomiche.

Davis (1915) ha riportato 9 tipi di variazioni maggiori, mentre Anson (1950) ne ha riscontrato 12 tipi differenti [17]. Le variazioni maggiori del dotto toracico comprendono il dotto doppio o con terminazioni bilaterali (Fig. 3 a e b).

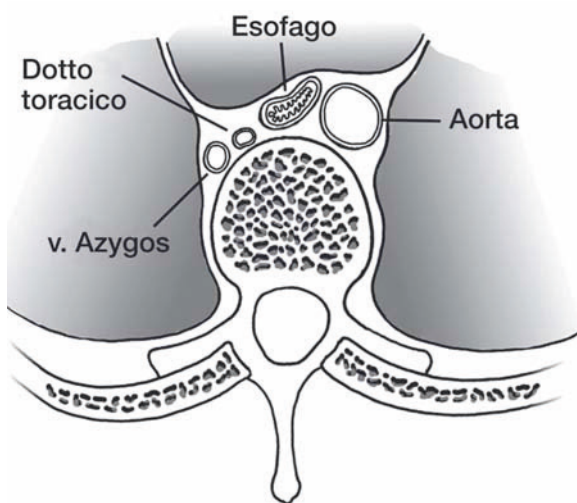
In caso di lacerazione od ostruzione del dotto toracico, il lato dove si raccoglie il versamento chilosso è determinato dal livello della lesione. Dal momento che il dotto attraversa il mediastino a livello della 5°-6° vertebra toracica, lesioni al di sotto di questo piano determinano un versamento nel cavo pleurico destro, mentre al di sopra il versamento si riversa nel cavo pleurico sinistro.

Il termine chilo deriva dal latino *chylus* che significa succo. Il chilo è un liquido lattescente che si forma quando i trigliceridi a catena lunga della dieta vengono trasformati in chilomicroni ed in lipoproteine a bassa densità che sono poi secreti dai dotti chiliferi intestinali [18].

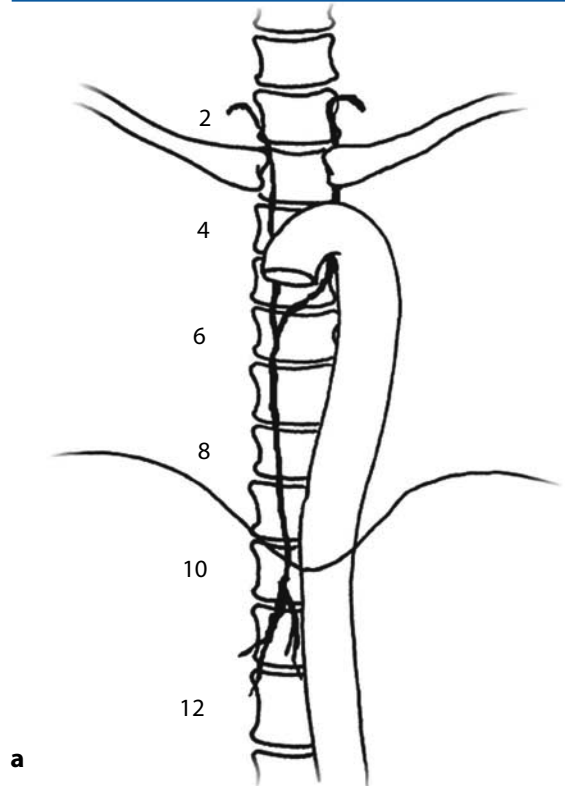
La funzione primaria del dotto toracico è quella di trasportare i grassi nel sistema venoso. In un adulto normale il dotto toracico trasporta fino a 4 litri di chilo al giorno, ma il flusso è condizionato da diversi fattori fra cui la funzione intestinale, la dieta, i farmaci, il moto. La progressione del chilo nel dotto vie-



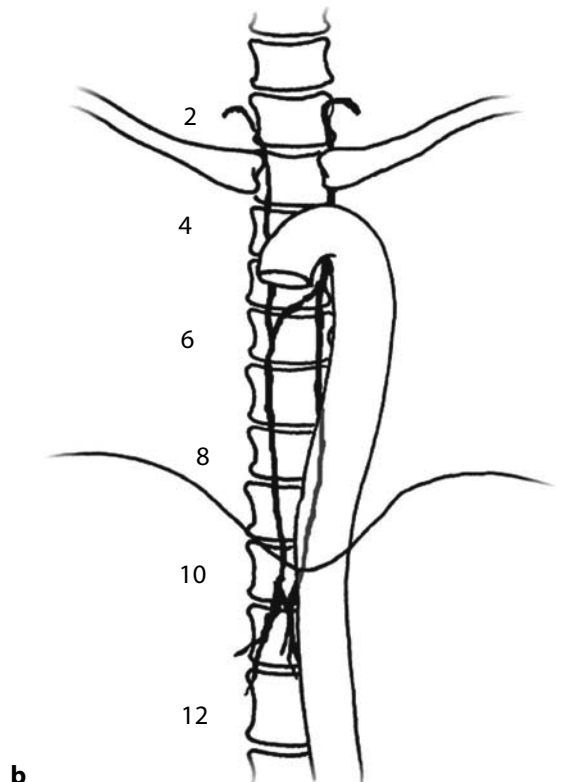
**Fig. 1.** Il dotto toracico attraversa lo *hiatus* aortico al di sopra del quale si porta sul lato destro del rachide. A livello della V<sup>a</sup> vertebra dorsale incrocia il rachide e si porta in adiacenza del suo lato sinistro



**Fig. 2.** Il dotto toracico appena al di sopra del piano diaframmatico decorre sulla faccia anteriore dei corpi vertebrali, adiacente all'esofago tra la vena azygos e l'aorta



**a**



**b**

**Fig. 3.** Le variazioni del decorso anatomico normale comprendono un dotto toracico destro **a** ed un persistente dotto toracico sinistro associato anche ad un dotto toracico destro **b**

ne mantenuta attraverso le modifiche della pressione intraddominale ed intratoracica (respirazione, tosse), la compressione esercitata dalle grosse arterie adiacenti, la contrazione della parete muscolare intrinseca del dotto stesso [4, 19]. Quasi tutto il chilo origina dal fegato e dal tratto gastrointestinale, e per tale motivo è costituito non solo da alte concentrazioni dei prodotti della digestione, ma anche da linfociti e da immunoglobuline [4, 19, 20].

Circa il 60-70% dei grassi della dieta entrano nella circolazione sistemica attraverso il dotto toracico, ed i linfociti costituiscono il 95% della componente cellulare del chilo. La concentrazione di elettroliti, anticorpi, enzimi si avvicina a quella del plasma [4, 21]. Il chilo contiene 4-59 g di grassi e 22-59 g di proteine per litro in relazione all'apporto dietetico [22].

## Eziologia

Le cause del chilotorace comprendono tutti i fattori che possono interferire col normale flusso della linfa nel dotto toracico. L'ostruzione e la rottura possono portare ad una perdita con accumulo di liquido chiloso nella cavità pleurica. Proprio per la sua struttura delicata, l'integrità del dotto toracico può essere compromessa da forze relativamente deboli [23].

Sono state suggerite numerose classificazioni del chilotorace. Nel 1971 Besson e colleghi hanno proposto la seguente classificazione del chilotorace: congenito, traumatico postoperatorio, traumatico non chirurgico, non traumatico. De Meester (1983) ha pubblicato tuttavia una classificazione più completa [1, 24, 25] (Tab. 1). In studi precedenti la patologia maligna è considerata come la causa più frequente di chilotorace (> 50%) [16, 26]. Al contrario Doerr e colleghi riferiscono che la causa più frequente è rappresentata dalla chirurgia e dai traumi. Questi Autori hanno analizzato l'eziologia del chilotorace in 203 pazienti. La chirurgia ed i traumi rappresentavano quasi il 50% dei casi. Linfomi ed altre patologie erano presenti solo nel 16.7% dei casi [27].

Il chilotorace postoperatorio si verifica in meno dell'1% degli interventi al torace con un range che va da 0.5% al 2% [6].

## Fisiopatologia

La perdita di linfa da lesione dei vasi linfatici risulta comune dopo la chirurgia o dopo un trauma. La lesione tende tuttavia molto spesso a ripararsi spon-

**Tabella 1.** Eziologia del chilotorace

- Congenito
  - Atresia del dotto toracico
  - Trauma da parto
- Traumatico
  - Da trauma chiuso
  - Da trauma penetrante
  - Chirurgico
    - Cervicale
      - Asportazione di linfonodi
      - Dissezione linfonodale radicale
    - Toracico
      - Legatura di dotto arterioso
      - Intervento di coartazione aortica
      - Esofagectomia
      - Resezione di aneurisma aorta toracica
      - Resezione di tumore mediastinico
      - Pneumonectomia sinistra
    - Addominale
      - Simpaticectomia
      - Dissezione linfonodale radicale
- Procedure diagnostiche
  - Arteriografia lombare
  - Cateterizzazione vena succlavia
- Neoplasie
- Miscellanea

taneamente oppure si instaura un circolo linfatico vicariante senza alcun segno clinico significativo. La fistola chilosa si forma sia in relazione alla scarsità di circoli collaterali sia perché la lesione al canale linfatico supera la capacità di compenso dei rimanenti vasi linfatici. A questo si aggiunge l'incapacità da parte di vasi linfatici patologici, di trasportare un flusso adeguato di linfa portando così ad un accumulo di chilo.

Il flusso chiloso varia nettamente in relazione alla quantità e qualità della dieta. Durante il digiuno il flusso è minimo, dopo i pasti, specialmente se ad alto contenuto di acidi grassi a catena lunga, il flusso cresce sensibilmente [1, 4, 28].

## Caratteri clinici e diagnosi

Il chilotorace solitamente si presenta coi segni ed i sintomi tipici dei versamenti pleurici. I pazienti con chilotorace non traumatico sono caratterizzati da una sintomatologia ad esordio graduale [29]. La comparsa di un chilotorace postraumatico può essere differita anche di 10 giorni dopo l'evento traumatico. I sintomi diventano evidenti dopo l'inizio dell'alimentazione per os.

Il quadro clinico comprende dispnea, versamento pleurico e riduzione del preload da spostamento del mediastino in caso di chilotorace severo.

Di frequente in corso di chilotorace postoperatorio il drenaggio toracico risulta ancora in sede quando il paziente comincia l'alimentazione orale, e questo può consentire una diagnosi precoce, verificandosi un caratteristico intorbidamento del liquido dopo che il paziente ha consumato il pasto.

In mancanza di una diagnosi precoce, un primo segno orientativo di chilotorace è rappresentato da un allargamento mediastinico alla radiografia standard, a cui fa seguito un versamento pleurico.

La diagnosi viene confermata dal riscontro di un contenuto di lipidi nel liquido pleurico maggiore di quello presente nel plasma [1, 23, 30-32].

## Trattamento

Il trattamento può essere conservativo o chirurgico. Non esistono tuttavia dati comparativi completi vista la bassa incidenza del chilotorace.

Il trattamento conservativo comprende dieta con trigliceridi a catena media, nutrizione parenterale totale, correzione delle perdite elettrolitiche ed un adeguato drenaggio toracico o cervicale [7, 33, 34]

Sono state descritte esperienze incoraggianti con l'uso della Somatostatina 14® e più recentemente dell'Epinefrina®, un farmaco adrenergico che agisce causando una contrazione della muscolatura liscia del dotto toracico [7, 35].

La risoluzione del chilotorace necessita tuttavia di parecchie settimane, con una percentuale di insuccesso del 50% che rende necessario l'intervento chirurgico [7, 36].

Lampson ha descritto il trattamento del chilotorace nel 1948 attraverso la legatura del dotto toracico in torace [5]. Questa tecnica ha acquistato popolarità in corso di chilotorace persistente. Successivamente sono stati descritti approcci chirurgici diversi al dotto, comprendenti quello toracico, quello addominale, quello cervicale [6, 37].

Negli ultimi anni l'accesso VATS è risultato quello preferito nel trattamento del chilotorace postoperatorio in ragione della sua semplicità tecnica e della bassa morbilità [6, 12, 38].

Inderbitzi e colleghi hanno riportato per primi il trattamento toracoscopico di un chilotorace postoperatorio con colla di fibrina, coronato da successo [36].

Il momento essenziale nel chilotorace è l'identificazione della sede della lacerazione del dotto. Una volta identificata, questa può essere trattata trami-

te sutura, clips, colla di fibrina, talcaggio. L'efficacia della colla di fibrina come singola misura è tuttavia dubbia fuorché in caso di perdite chilose modeste. La pleurectomia dovrebbe essere evitata per il rischio di lesioni ai vasi linfatici intercostali [6]. Sachs ha segnalato l'utilità della linfografia nella localizzazione preoperatoria della lesione, accreditando alla T.C. un ruolo importante anche se non essenziale [39].

L'assunzione da parte del paziente di panna montata mescolata a Sudan nero 30 minuti prima dell'intervento consente di identificare la sede della fistola linfatica. Come colorante può essere utilizzato anche l'indaco carminio. Questa metodica semplice, efficace e non invasiva risulta preferibile alla linfografia ed alla T.C. [6].

L'approccio VATS ha il vantaggio di essere risolutivo e gravato da morbilità minima. Gli Autori propongono l'intervento in caso di chilotorace postoperatorio quando la perdita di linfa giornaliera supera i 200 ml, dopo 2 settimane di terapia conservativa. Il diagramma di flusso mette in evidenza le fasi del trattamento del chilotorace postoperatorio (Fig. 4) [6].

Andrebbe considerata anche l'eventualità di un intervento precoce in caso di fistola linfatica importante: la terapia conservativa protratta aumenta in questo caso il rischio dello sviluppo di aderenze tale da rendere problematico il successivo intervento videoassistito, oltre naturalmente ad aggravare il danno provocato dalla cronica linforragia [6, 7].

Il chilotorace causato da patologia maligna andrebbe trattato con radioterapia [1].

## Accessi e tecnica chirurgica

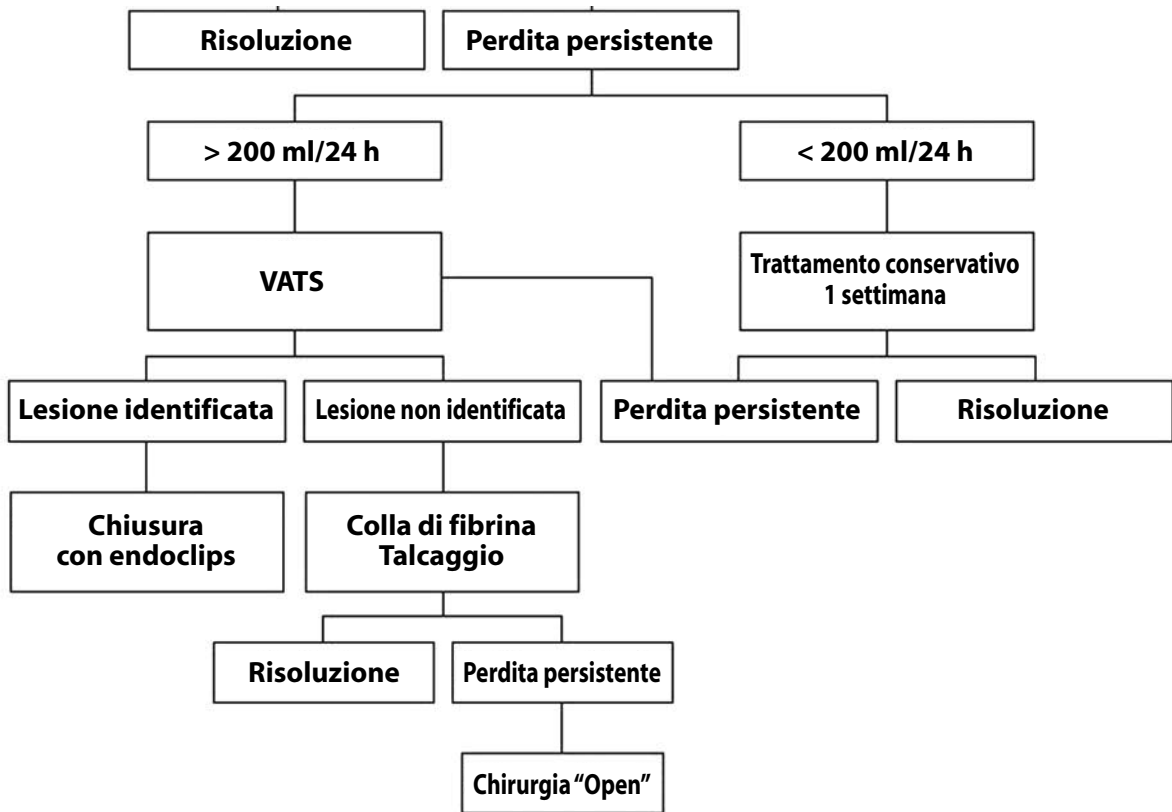


Il paziente in narcosi ed in ventilazione monoplonare viene posto sul lettino operatorio in decubito laterale.

Data la sede posteriore del dotto toracico, l'operatore si colloca al davanti del paziente.

L'intervento inizia col posizionamento di un trocar da 10mm al 5° spazio intercostale nella LAA.

Dal momento che in molti casi il paziente è stato sottoposto ad una recente toracotomia, sono frequentemente presenti aderenze pleuropolmonari. L'introduzione del primo trocar deve pertanto essere eseguita con grande prudenza. Per evitare lacerazioni parenchimali l'entrata in cavo dovrebbe essere effettuata aprendo la pleura per via smussa, aiutandosi con un piccolo tamponcino. Si introduce il videotoracoscopio. Può essere utilizzata anche l'ottica da 10 mm a 0°, ma va considerato che quel-



**Fig. 4.** Diagramma di flusso relativo al trattamento del chilotorace postoperatorio

la angolata a 30° facilita in questo caso i tempi della dissezione.

Viene scelta una seconda porta (5 mm) sotto il controllo della vista in un punto dove il polmone non sia aderente alla parete toracica.

Il relazione alla presunta sede della fistola si sceglie uno spazio intercostale più alto o più basso per posizionare un trocar da 12 mm.

Si ricorre ad un aspiratore convenzionale per aspirare il liquido chilosso, svuotare il cavo pleurico e liberarlo da eventuali membrane fibrinose. Eseguita la pleurolisi e mobilizzato il polmone, questo viene reintrodotto da un divaricatore endoscopico. Si individua l'area dove compare il colorante somministrato preoperatoriamente assieme al pasto grasso. Un aspiratore endoscopico delicato viene utilizzato per identificare la sede della lesione del dotto toracico. Per la chiusura successiva della lacerazione del dotto si rende necessaria un'ulteriore dissezione. Possono essere impiegate diverse tecniche di chiusura della fistola:

- la legatura con endoclips che presuppone una chiara identificazione del dotto toracico; do-

vrebbero essere utilizzate endoclips del diametro di 10 mm.

- la sutura della pleura parietale a livello della zona dove si apprezza la linforragia
- l'applicazione di colla biologica (Tissucol® o Bioglu®) nella sede della fistola chilossa se viene interessata un'area più estesa
- il talcaggio, come procedimento complementare, al fine di stimolare la pleurodesi

Il cavo pleurico viene drenato con due cateteri 22F e 32F. Il paziente viene estubato il più presto possibile.

## Complicanze

Nel caso in cui la VATS venga eseguita parecchie settimane dopo il primo intervento chirurgico, le aderenze pleuropolmonari possono essere piuttosto tenaci. Lesioni parenchimali polmonari prodotte durante il posizionamento dei trocars e la successiva pleurolisi possono portare alla comparsa di fughe

aeree postoperatorie protratte. Una tecnica prudente ed un intervento precoce potranno ridurre sensibilmente il pericolo di fughe aeree. Il sanguinamento causato dalla dissezione può essere importante in caso di trattamento anticoagulante concomitante. La completa riespansione del polmone e la temporanea riduzione della posologia del farmaco anticoagulante potranno portare alla cessazione della perdita ematica. Altre complicanze descritte sono di tipo cardiologico (aritmie) e di tipo respiratorio (infezioni broncopulmonari).

## Risultati

Gli Autori hanno raccolto una casistica personale composta di 12 pazienti affetti da chilotorace postoperatorio. Di questi, 6 pazienti sono stati trattati con accesso VATS.

Tutti i pazienti sono stati dimessi senza recidiva del chilotorace.

Dato il numero non elevato dei pazienti della serie, non è stato possibile eseguire uno studio statisticamente significativo sui tempi di degenza. L'impressione degli Autori è che comunque la degenza risulti ridotta quando l'intervento chirurgico venga eseguito precocemente.

## Conclusioni

L'approccio VATS in corso di chilotorace postoperatorio viene indicato quando la perdita di linfa supera i 200 ml al giorno al termine di due settimane di trattamento conservativo.

Sarebbe utile considerare anche l'eventualità di un intervento precoce in caso di fistola chilosa importante. Il trattamento conservativo prolungato aumenta il rischio di una sindrome aderenziale pleuropulmonare con conseguente maggiore difficoltà all'esecuzione dell'intervento videoassistito, oltre a produrre un'inutile perdita di chilo.

## Bibliografia

- Miller JI (2005) Anatomy of the thoracic duct and chylothorax. In Shields TW, LoCicero J, Ponn RB, Rusch VW (eds): *General Thoracic Surgery*. Lippincott-Williams & Wilkins, Philadelphia, p 883
- Joyce LD, Lindsay WG, Nicoloff DM (1976) Chylothorax after median sternotomy for intrapericardial cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 71:476-480
- Dugue L, Sauvent A, Farges O et al (1998) Output of chyle as an indicator of treatment for chylothorax complicating oesophagectomy. *Br J Surg* 85:1147-1149
- Wemyss-Holden SA, Launois B, Madden GJ (2001) Management of thoracic duct injuries after oesophagectomy. *Br J Surg* 88:1442-1448
- Lampson RS (1948) Traumatic chylothorax, a review of literature and report of a case treated by mediastinal ligation of the thoracic duct. *J Thorac Surg* 17:778-791
- Fahimi H, Casselman FP, Mariani MA et al (2001) Current management of postoperative chylothorax. *Ann Thorac Surg* 71:448-451
- Kumar S, Kumar A, Pawar DK (2004) Thoracoscopic management of thoracic duct injury: Is there a place for conservatism? *J Postgrad Med* 50:57-59
- Di F, Kun L, Qing SC (1995) Ligation of the thoracic duct without thoracotomy for the treatment of postoperative chylothorax: a newly designed surgical procedure. *J R Coll Surg Edinb* 40:60-61
- Dougenis D, Walker WS (1992) Management of chylothorax complicating extensive esophageal resection. *Surg Gynaecol Obstetr* 174:501-506
- Bressler S, Wiener D, Thomason SA (1953) Traumatic chylothorax following esophageal resection. *J Thorac Surg* 26:321-324
- Plumme SK, Ambresino D, Boile W (1981) Management of persistent chylothorax [Letter] *Lancet* 11:423-424
- Kent RB, Pison TW (1993) Thoracoscopic ligation of the thoracic duct. *Surg Endosc* 7:52-53
- Daniel TM, Kern JA, Tribble CG et al (1993) Thoracoscopic surgery for diseases of the lung and pleura. *Ann Surg* 217:566-575
- Wakabayashi A (1991) Expanded applications of diagnostic and therapeutic thoracoscopy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 102:721-723
- Hillerdal G (1997) Chylothorax and pseudochylothorax. *Eur Respir J* 10:1157-1162 Review
- Valentine VG, Raffin TA (1992) The management of chylothorax. *Chest* 102:586
- Anson BJ (1950) *An Atlas of Anatomy*. WB Saunders, Philadelphia, pp 336-337
- Doerr CH, Miller DL, Ryu JH (2001) Chylothorax. *Semin Resp Crit Care Med* 22:617
- Paes ML, Powell H (1994) Chylothorax: an update. *Br J Hosp Med* 54:482-490
- Yoffey JM, Courtice FC (1956) *Lymphatics, Lymph and Lymphoid Tissue*. Edward Arnold, London
- Stringle G, Mercer S, Bass J (1984) Surgical management of persistent postoperative chylothorax in children. *Can J Surg* 27:543-546
- Robinson CL (1985) The management of chylothorax. *Ann Thorac Surg* 39:90-95
- Wolthuis A, Landewé RBM, Theunissen PHMH et al (1998) Chylothorax or leakage of total parental nutrition? *Eur Respir J* 12:1233-1235
- Bessone LN, Ferguson TB, Burford TH (1971) Chylothorax: a collective review. *Ann Thorac Surg* 12:527
- Demeester TR (1983) The pleura. In: Sabiston DC, Spencer EC (eds). *Surgery of the Chest*. WB Saunders, Philadelphia
- Mares DC, Mathur PN (1998) Medical thoracoscopic talc pleurodesis for chylothorax due to lymphoma: a case series. *Chest* 114:731-735

27. Doerr CH, Allen MS, Nichols FC III et al (2005) Etiology of chylothorax in 203 patients. *Mayo Clin Proc* 80:867-870
28. Terzi A, Furlan G, Magnanelli G et al (1994) Chylothorax after pleuro-pulmonary surgery: a rare but unavoidable complication. *Thorac Cardiovasc Surg* 42:81
29. Wetherill SF, Davis AL, Mayock RL (1990) Chyloptysis. *Am J Med* 88:437
30. Pego-Fernandes PM, Ebaid GX, Nouer GH et al (1999) Chylothorax after Myocardial Revascularization with the Left Internal Thoracic Artery. *Arq Bras Cardiol* 73:383-390
31. Pego-Fernandes PM, Jatene FB, Tokunaga CC et al (2003) Ligation of the thoracic duct for the treatment of chylothorax in heart diseases. *Arq Bras Cardiol* 81:309-317
32. Miller JI JR (1996) Diagnosis and management of chylothorax. *Chest Surg Clin N Am* 112:139-148
33. Lapp GC, Brown DH, Gullane PJ et al (1998) Thoracoscopic management of chylous fistula. *Am J Otolaryngol* 19:257-262
34. Graham DD, McGahren ED, Tribble CG et al (1994) Use of video-assisted thoracic surgery in the treatment of chylothorax. *Ann Thorac Surg* 57:1507-1512
35. Collard JM, Laterre PF, Boemer F et al (2000) Conservative treatment of postsurgical lymphatic leaks with somatostatin-14. *Chest* 117:902-905
36. Inderbitzi RG, Krebs T, Stirnemann P et al (1992) Treatment of postoperative chylothorax by fibrin glue application under thoracoscopic view with use of local anaesthesia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 104:209-210
37. Sieczk EM, Harver JC (1996) Early thoracic duct ligation for postoperative chylothorax. *J Surg Oncol* 61:56-60
38. Peillon C, D'Hont C, Melki J, Fattaouh F et al (1999) Usefulness of video thoracoscopy in the management of spontaneous and postoperative chylothorax. *Surg Endosc* 13:1106-1109
39. Sachs PB, Zelch MG, Rice TW et al (1991) Diagnosis and localization of laceration of the thoracic duct: usefulness of lymphangiography and CT. *Am J of Roentgen* 157:703-705

## Premesse

La simpaticectomia toracica è l'intervento di ablazione dei gangli e delle fibre della porzione toracica craniale della catena laterovertebrale del sistema nervoso ortosimpatico.

La storia della simpaticectomia cervico-toracica è affascinante e curiosa. Il ruolo del sistema nervoso simpatico nel controllo della circolazione è stato descritto per la prima volta da Claude Bernard e Brown Sequard nel 1852. Nel 1889 Gaskell e Langley completarono la mappa anatomica della catena laterovertebrale del simpatico, anche se la precisa distribuzione delle fibre nervose periferiche non era ancora chiarita. Quando i chirurghi vennero a conoscenza dei numerosi e ancora in parte misteriosi effetti che questa struttura anatomica aveva su organi e apparati molto diversi e in alcuni casi così lontani, fu subito forte la tentazione di aggredirla chirurgicamente, per capire quali benefici effetti si potessero ottenere per il paziente. Tra la fine dell'Ottocento e i primi decenni del Novecento le indicazioni alla simpaticectomia cervico-toracica furono le più disparate, molte a livello sperimentale. Già nel 1889, appena descritta la fisiologia della catena del simpatico, Alexander eseguì la prima simpaticectomia cervicale, per epilessia [1]; il risultato, a detta dello stesso Autore, fu quantomeno dubbio. Alla fine dell'Ottocento Jabulay e Jonnesco tentarono la stellectomia per esoftalmo, senza grande successo [1, 2]. Insuccessi ottennero anche Abadie nel glaucoma nel 1899, Pappalado nella nevralgia del trigemino nel 1902, Ball nell'atrofia del nervo ottico nel 1905 e Kotzareff nel 1917 [1], che operò una neonata per un angioma dell'arteria carotide esterna. Finalmente, nel 1920, Kotzareff asportò due gangli cervicali, in anestesia locale, a una paziente con iperidrosi del volto, collo, spalla e arto superiore; l'iperidrosi scomparve e la donna si mostrò estremamente soddisfatta, nonostante la sindrome di Claude Bernard-Horner [1]. Nel 1921 Jonnesco fu il secondo a ottenere un successo, eseguendo la stellectomia in un paziente con angina pectoris [3]. Durante gli anni Venti si affermarono quelle

che sarebbero state le tre indicazioni principali: iperidrosi, condizioni di vasospasmo dell'arto superiore e angina pectoris.

Contemporaneamente si scoprì che per ottenere la denervazione completa dell'arto superiore è necessario asportare anche i gangli toracici superiori, mentre si possono risparmiare i cervicali. Nel 1927 Kuntz descrisse il nervo omonimo, permettendo ai chirurghi di aumentare ulteriormente le percentuali di successo [4].

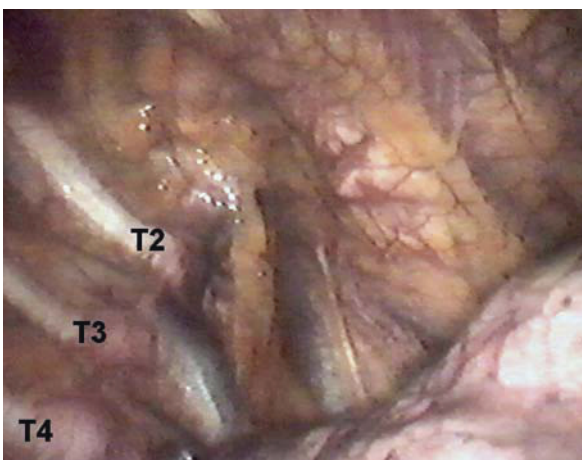
Negli anni successivi si svilupparono molte tecniche di approccio alla catena [5-9]: transtoracica per via anteriore o ascellare, sopraclavicolare, preferita dai chirurghi vascolari, paravertebrale longitudinale dei neurochirurghi. Ancora nel 1971 Roos propose un approccio extrapleurico transascellare, previa resezione della prima costa [10]. Hughes, nel 1942, eseguì per primo una simpaticectomia toracica in toracosopia [11]. Nel 1944 Goetz e Marr descrissero alcuni casi di pazienti sottoposti a tale intervento [12] ma è l'austriaco Kux a essere considerato il padre di questa tecnica. Nel 1954 egli pubblicò una casistica di oltre 1400 simpaticectomie e vagotomie toraciche endoscopiche, con buoni risultati [13]; ciononostante, la sua esperienza non trovò consenso a livello internazionale e l'applicazione della tecnica restò limitata, per alcuni decenni, ai paesi di lingua tedesca. Soltanto negli ultimi 10-15 anni il grande sviluppo della chirurgia video-endoscopica ha portato a un nuovo interesse per questa metodica.

## Anatomia e fisiologia della catena toracica del simpatico

La catena laterovertebrale del sistema nervoso simpatico è una struttura anatomica pari e simmetrica. Nel tratto toracico essa è dotata di una serie di gangli, il cui numero corrisponde approssimativamente a quello dei nervi spinali toracici; di solito sono 11 per lato, più raramente 10 o 12. I gangli sono piccoli e collegati tra loro da cordoni intermedi. La

catena appare come un cordone longitudinale, in rilievo, biancastro e lucente. I gangli sono posizionati sulla testa delle coste, dietro la pleura parietale costale (Fig. 1). Il ganglio cervicale inferiore e il primo toracico di solito sono fusi a formare il ganglio cervicotoracico o stellato, che si trova davanti al collo della prima costa. Medialmente alla catena si trova la parete laterale dei corpi vertebrali. Superiormente, da entrambi i lati, si trovano i vasi succlavi. Anteriormente, a destra si trovano l'arco della vena azygos e la vena intercostale suprema, a sinistra l'aorta discendente toracica, la vena emiazygos e la vena intercostale suprema. Talvolta le vene intercostali incrociano obliquamente verso il basso il primo tratto toracico della catena. I fasci intercostali decorrono posteriormente e incrociano i cordoni intergangliari perpendicolarmente.

Due rami comunicanti, bianco e grigio, connettono ciascun ganglio con il nervo spinale corrispondente, dirigendosi latero-posteriormente; il ramo bianco si unisce al nervo spinale più distalmente rispetto a quello grigio. Da ogni ganglio si dipartono inoltre rami che si dirigono anteromedialmente. I rami mediali dei primi cinque gangli sono sottili e si distribuiscono all'aorta toracica ed ai suoi rami (plesso aortico toracico), all'esofago e alla trachea. Rami dal secondo, terzo e quarto ganglio si portano al plesso polmonare posteriore; rami dal secondo, terzo, quarto e quinto ganglio vanno al plesso cardiaco posteriore. I rami mediali degli ultimi sette gangli toracici sono più grossi, cedono rami all'aorta toracica e si uniscono a formare i nervi splanchnici (grande, piccolo e, non sempre, terzo), che scendono obliquamente a lato dei corpi vertebrali, attraversano il diaframma e si portano ai plessi addominali (celiaco e aorticorenale).



**Fig. 1.** Anatomia della porzione craniale della catena laterovertebrale del simpatico. Sono indicati i gangli T2, T3 e T4

Il ganglio è un agglomerato di cellule nervose, tra cui si annidano i neuroni gangliari. Il ramo comunicante bianco è costituito da fibre efferenti viscerali simpatiche pregangliari, spesse e mieliniche, il ramo comunicante grigio da fibre postgangliari, sottili e amieliniche. I cordoni intergangliari sono costituiti da fibre efferenti pre e postgangliari.

Le fibre efferenti postgangliari colinergiche si distribuiscono ai vasi sanguigni della cute e dei visceri con azione vasocostrittrice, alle ghiandole sudoripare con azione eccitosecretrice, ai muscoli erettori del pelo con azione piloeretrica, alla muscolatura delle palpebre e al muscolo orbitario con azione motoria; determinano inoltre dilatazione delle pupille, dilatazione dei bronchioli, aumento della secrezione ghiandolare, rilassamento della muscolatura liscia del canale alimentare e della vescica, contrazione degli sfinteri, accelerazione della frequenza cardiaca e dilatazione delle coronarie.

Le fibre efferenti pregangliari deputate all'innervazione dell'arto superiore originano dai segmenti toracici superiori del midollo spinale, probabilmente da T2 a T6-7, la maggior parte da T2 e T3. Queste fibre emergono dalla radice anteriore del nervo spinale e si portano nel ganglio toracico corrispondente attraverso il ramo comunicante bianco. Esse non contraggono sinapsi nel ganglio corrispondente ma salgono lungo il tronco simpatico, facendo sinapsi nei gangli superiori, soprattutto lo stellato; da qui le fibre postgangliari si portano al plesso brachiale, soprattutto nel tronco inferiore, da cui si distribuiscono all'ascella e all'arto superiore. Il ramo comunicante bianco per il ganglio cervicotoracico porta pochissime fibre pregangliari per l'arto superiore, di nessun significato funzionale; esso contiene invece la maggior parte delle fibre che, ascendendo lungo il tronco, si portano al ganglio cervicale superiore, da cui originano fibre postgangliari per la faccia e il collo, destinate alle ghiandole sudoripare e salivari, ai muscoli dilatatore della pupilla, ciliare, orbitario ed elevatore della palpebra.

In circa il 10 % dei casi è presente il nervo di Kuntz [4], costituito da fibre efferenti che saltano il secondo o terzo ganglio, si staccano dal secondo o terzo nervo intercostale e, dirigendosi cranialmente, passano davanti al collo delle coste e raggiungono direttamente la porzione inferiore del plesso brachiale. Una revisione anatomica, operata su 39 autopsie da Chung nel 2002, ha descritto con precisione le varianti del nervo di Kuntz, ritrovato nel 68% dei casi [14].

## Indicazioni

Attualmente le indicazioni per l'esecuzione della simpaticectomia toracica sono le seguenti:

*Iperidrosi primaria:* è l'indicazione in cui sono stati ottenuti i migliori risultati, la più diffusa e frequente. Si tratta di una condizione di eccessiva sudorazione, oltre le normali necessità della termoregolazione, che coinvolge le mani, le ascelle e il viso. Può essere localizzata a uno solo di questi tre distretti, a due o a tutti e tre. Un recente studio statunitense ha riscontrato una prevalenza del 2,8% nella popolazione generale, di cui circa la metà con iperidrosi ascellare e lo 0,5% con forme gravi [15]. L'iperidrosi palmare ha una prevalenza dello 0,6-1% nella popolazione occidentale [16], molto più elevata nel Sud-Est asiatico, dove raggiunge il 3% [17]. L'eziologia e l'esatto meccanismo fisiopatologico non sono ancora noti ma è verosimile che l'ipereccitazione delle ghiandole sudoripare sia dovuta a un'alterazione dell'attività del sistema nervoso autonomo simpatico che ne regola la funzione. In particolare, sembra che entrambi i centri nervosi che regolano la funzione sudomotoria siano implicati nella patogenesi del disturbo, quello ipotalamico della termoregolazione e quello corticale frontale origine delle emozioni. Infatti, a dimostrazione dell'iperfunzione del primo è l'osservazione che l'ipersudorazione aumenta con l'esercizio fisico e, in generale, con l'aumento della temperatura corporea [18]; a dimostrazione dell'iperfunzione del controllo corticale è il riscontro che il disturbo non è presente durante il sonno ed è accentuato dalle emozioni [19].

L'indicazione chirurgica è valida nei casi in cui il disturbo sia decisamente invalidante, interferisca in modo significativo con l'attività lavorativa e la vita socio-relazionale del soggetto e determini difficoltà comportamentali. Il ricorso alla chirurgia è giustificato soltanto dopo il fallimento delle terapie mediche conservative, a base di prodotti ad applicazione topica, farmaci anticolinergici, ionoforesi o, più recentemente, iniezioni di tossina botulinica [15, 20]. Devono essere escluse le cause di iperidrosi secondaria, dovuta a patologie neurologiche (lesioni ipotalamiche, iperipituitarismo), endocrine (diabete, ipoglicemia, tireotossicosi, feocromocitoma, sindrome da carcinoide), infettive croniche (TBC, brucellosi), linfomi, obesità e sindromi ansiose; per queste l'approccio prevede il trattamento della malattia di base.

La chirurgia ottiene i risultati migliori nell'iperidrosi palmare e rappresenta la terapia di scelta in queste forme, dopo il fallimento dei trattamenti topici a base di antitraspiranti (cloruro di alluminio)

[21]. L'applicazione di creme a base di cloruro di alluminio rappresenta ancora la prima scelta nel trattamento dell'iperidrosi ascellare. La terapia con iniezioni intradermiche locali di tossina botulinica di tipo A è stata approvata nel 2004 dalla US Food and Drug Administration per il trattamento delle forme ascellari, poiché efficace, mininvasiva, con pochi effetti collaterali e relativamente duratura (7 mesi di media); essa viene considerata di prima scelta rispetto alla chirurgia [22]. Nell'iperidrosi cranio-facciale l'associazione di trattamenti locali (cloruro di alluminio, glicopirrolato) a clonidina per os rappresenta tuttora il trattamento più efficace [23, 24].

L'iperidrosi plantare è spesso associata alla forma palmare. Nella maggior parte delle casistiche chirurgiche, alla remissione dell'iperidrosi palmare si associa anche una riduzione o scomparsa della sudorazione alle piante dei piedi [25-28]. Il meccanismo alla base di tale modificazione non è noto e la percentuale di efficacia è molto variabile; tale localizzazione non rappresenta di per sé un'indicazione alla simpaticectomia.

*Fenomeno di Raynaud:* l'indicazione si pone nelle forme primarie, con sintomatologia severa e di lunga durata, refrattarie ai farmaci. L'impiego contemporaneo di più farmaci (prostaglandine, vasodilatatori, anticoagulanti) e di misure generali contro il freddo (guanti riscaldati) deve essere preso in considerazione prima di arrivare alla soluzione chirurgica [29]. La presenza di ulcerazioni alle dita rafforza l'indicazione alla chirurgia, che però può essere proposta anche soltanto in caso di sintomatologia dolorosa, quando estremamente disturbante e limitante l'attività quotidiana. L'introduzione della metodica toracoscopica ha consentito di allargare le indicazioni in questo senso. I risultati, seppure generalmente accettabili, sono meno soddisfacenti rispetto al trattamento dell'iperidrosi primaria.

Nelle forme di fenomeno di Raynaud causate da patologie del connettivo o vasculiti (sclerodermia, lupus eritematoso sistemico, dermatomiosite, crioglobulinemia mista, ecc...) la risposta alla simpaticectomia è decisamente più scarsa, per cui l'indicazione è relativa.

*Arteriopatie ostruttive periferiche e morbo di Buerger dell'arto superiore:* la simpaticectomia è indicata nei casi di malattia in stadio avanzato, non responsiva alla terapia medica massimale, in cui sia controindicata o tecnicamente impossibile la rivascolarizzazione chirurgica diretta. La presenza di ulcerazioni o gangrena delle dita rappresenta l'indicazione ideale e universalmente accettata, tuttavia l'intervento può essere proposto anche più preco-

cemente, in caso di intensa sintomatologia dolorosa a riposo [30-32]. Sono riportate percentuali di successo variabili, comunque inferiori rispetto all'iperidrosi primaria.

*Sindromi dolorose simpatico-correlate dell'arto superiore (sympathetically maintained pain):* fanno parte di queste sindromi la causalgia e la distrofia simpatica riflessa. Entrambe sono caratterizzate da dolore urente severo, continuo e invalidante all'arto superiore, variamente associato a parestesie, ipersudorazione, edema e modificazioni di colore e temperatura dell'arto. Si tratta di sindromi dolorose neuropatiche, sostenute da lesioni delle strutture nervose [33]. La causalgia è conseguente a un trauma diretto di un nervo periferico (soprattutto nervo mediano) o del plesso brachiale, prevalentemente da ferite di guerra [34]. In entrambe le condizioni il dolore può essere alleviato o eliminato dal blocco simpatico. La simpatiectomia chirurgica deve essere riservata ai casi con sintomatologia severa o di lunga durata, resistenti alle terapie farmacologica e fisica, che rappresentano il primo approccio. Si raccomanda tuttavia di non procrastinare troppo l'intervento, per evitare l'insorgenza di dipendenze farmacologiche, atrofia muscoloscheletrica irreversibile e blocchi articolari [35].

Molti Autori suggeriscono, prima di procedere all'intervento, di eseguire il blocco del ganglio stellato, mediante iniezione percutanea di anestetico locale, al fine di confermare l'origine simpatica del dolore e quindi l'indicazione alla simpatiectomia chirurgica [34-38]. Per alcuni la mancata risposta al blocco chimico del simpatico rappresenta un criterio di esclusione dall'intervento [36-38].

Si tratta di patologie rare e le esperienze riportate sono poche e con casistiche esigue.

*Angina pectoris e tachiaritmie:* prima dell'era della moderna farmacologia, l'ablazione chirurgica di porzioni del sistema nervoso simpatico era l'unico modo per ottenere un blocco simpatico a livello del cuore [3]. Dagli anni Trenta agli anni Cinquanta la simpatiectomia toracica a cielo aperto fu utilizzata nel trattamento dell'angina pectoris e delle tachiaritmie [39]. Con l'avvento dei farmaci specifici questa indicazione scomparve. Tuttavia i farmaci hanno diversi effetti collaterali, in alcuni casi le aritmie sono refrattarie ai farmaci e vi sono pazienti anginosi che non rispondono alla terapia farmacologica e non possono più essere sottoposti a intervento di rivascularizzazione. Con le moderne tecniche endoscopiche la simpatiectomia toracica è diventata una metodica mininvasiva, per cui si è rinnovato l'interesse per il suo impiego nelle pato-

logie cardiache. Le esperienze sono ancora molto limitate, anche se alcuni Autori riportano risultati decisamente buoni [40, 41].

## Accessi e tecnica chirurgica



Le tecniche proposte sono numerose e le varianti riguardano soprattutto la porzione di catena da sezionare e le modalità di esecuzione, nell'ambito dell'indicazione più diffusa dell'iperidrosi primaria.

*Estensione della simpatiectomia:* riferita a quanta parte di catena simpatica deve essere asportata per assicurare il successo, evitare la recidiva e, al tempo stesso, ridurre al minimo l'incidenza degli effetti collaterali. In base alle origini delle fibre simpatiche destinate alla innervazione dell'arto superiore, esistono varie linee di pensiero: l'opinione più diffusa, alla quale gli Autori si associano, è che siano sempre da asportare T2, che rappresenta il punto nodale dell'innervazione dell'arto superiore, T3 ed eventualmente T4, per assicurare una maggiore probabilità di successo anche per l'iperidrosi ascellare. Alcuni Autori estendono la simpatiectomia a T5 e T6 nei casi di iperidrosi ascellare [42, 43], altri ancora si limitano soltanto alla asportazione del singolo ganglio T2 [44-47], T3 [48] o T4 [49, 50], allo scopo di ridurre la frequenza e l'intensità della iperidrosi compensatoria.

*Tecnica della simpatiectomia:* riguarda l'opportunità di asportare i gangli (*simpatiectomia* propriamente detta) o semplicemente coagularli con l'elettrobisturi e sezionarne i rami comunicanti (*simpaticotomia*). L'elettrocoagulazione, che può essere eseguita con un solo accesso chirurgico, ha il vantaggio di essere tecnica più rapida, semplice e meno invasiva, con minori rischi di complicanze perioperatorie, miglior risultato estetico e consente una ospedalizzazione più breve e un recupero più rapido delle normali attività. La tecnica della asportazione necessita l'utilizzo di due o tre porte ma consente l'esame istologico, eventualmente intraoperatorio, del tessuto asportato, permette un miglior controllo del campo operatorio e rende più semplice lo sbrigliamento delle aderenze. Per i fautori della simpatiectomia, la metodica della elettrocoagulazione esporrebbe a un maggior rischio di recidive, probabilmente a causa di una coagulazione inadeguata o di una rigenerazione del tessuto nervoso. La nevralgia intercostale talvolta riportata nei casi operati con la tecnica della simpaticotomia suggerisce la possibilità di un danno termico ai

nervi intercostali adiacenti. Dall'analisi della letteratura non si evincono comunque differenze significative tra le due metodiche.

Una variante tecnica dell'intervento di simpaticotomia è la sezione limitata soltanto ai rami comunicanti, detta *ramicotomia*, descritta per la prima volta da Wittmoser nel 1969 [51]. I fautori di questa tecnica mininvasiva riferiscono buoni risultati, con un'incidenza limitata di effetti collaterali, data la selettività dell'ablazione [52, 53]. A lungo termine però l'efficacia sembra ridursi significativamente. In una successiva pubblicazione, lo stesso Gossot riferisce di avere abbandonato la ramicotomia a favore della simpaticotomia, avendo riportato percentuali di successo del 92% e del 100% rispettivamente [42]. Tale tecnica non ha avuto molto seguito.

È descritta anche la tecnica del cosiddetto *blocco del tronco simpatico*, mediante l'utilizzo di clips metalliche di piccole dimensioni (5mm), posizionate sul tronco della catena, al livello prescelto, che interrompono la trasmissione dell'impulso nervoso [45, 48, 50, 54]. L'invasività è ridotta al minimo, l'iperidrosi compensatoria verosimilmente meno intensa ma l'efficacia sembra inferiore rispetto alle tecniche convenzionali. La possibilità di asportare le clips con un secondo intervento, nel caso di iperidrosi compensatoria eccessivamente disturbante, può rappresentare un vantaggio [45, 55].

Per le patologie arteriose non sono riportate particolari indicazioni sull'estensione dell'ablazione o sulla tecnica da adottare. Nelle sindromi dolorose, accanto alla tradizionale raccomandazione a sezionare anche la metà inferiore del ganglio stellato [37, 56, 57], si va affermando l'opzione della simpaticotomia limitata a T2 [35, 38].

## Note tecniche

L'intervento prevede i seguenti tempi:

- anestesia,
- posizionamento del paziente,
- accesso chirurgico,
- ablazione dei gangli,
- posizionamento del drenaggio (opzionale).

### a) Anestesia

L'intervento si esegue in anestesia generale e, preferibilmente, intubazione oro-tracheale con tubo a doppio lume. Vi sono Autori che, per rendere la procedura ancora meno traumatizzante, utilizzano un tubo oro-tracheale normale (monolumine), preoccupandosi di introdurre il primo trocar con il paziente in apnea [58, 59] ed, eventualmente, insufflando anidride carbonica per favorire il collasso

del polmone. Una revisione di 1556 procedure, in 12 centri a Taiwan, ha messo in luce come questo tipo di intubazione fosse di gran lunga preferito dalle équipes locali [60].

### b) Posizionamento del paziente

Il paziente è posizionato in decubito laterale, con l'arto superiore omolaterale abdotto di 90°, il gomito flesso e l'avambraccio fissato su un supporto apposito, così da esporre il cavo ascellare. Data la scarsa invasività dell'intervento, le patologie bilaterali (iperidrosi in quasi tutti i casi, patologia vascolari in alcuni) vengono trattate in un tempo unico; con il paziente posizionato in decubito laterale è necessario invertire il decubito per eseguire il tempo controlaterale. Per evitare di dovere cambiare decubito al paziente, alcuni eseguono l'intervento con il paziente in decubito supino o semiseduto, con le braccia abdotte e con i gomiti flessi di 90° e fissati sul supporto oppure estesi, nella cosiddetta posizione "a farfalla" [61]. Questo approccio ha il vantaggio di risparmiare tempo e materiali ma necessita di un divaricatore per re-trarre il polmone e visualizzare la catena.

*Posizione degli operatori:* se si esegue l'intervento in decubito laterale il primo operatore si posiziona davanti al paziente, l'aiuto dietro a quest'ultimo. Se invece si sceglie il decubito supino, entrambi gli operatori si dispongono dalla parte del lato su cui intervenire.

### c) Strumentario chirurgico specifico

Data la semplicità dell'intervento è piuttosto limitato:

- Trocar 7 mm,
- Ottica 5 mm, 0°-30°,
- Pinza da presa tipo *endograsp*,
- Forbici bipolari,
- Elettrobisturi endoscopico ad uncino (*crochet*),
- Sistema di aspirazione-lavaggio endoscopico,
- Passafilo endoscopico (opzionale),
- Pinza posaclips (opzionale),
- Retrattore per polmone (opzionale),

Sono disponibili strumenti da 2-3 mm di calibro, che permettono di ridurre al minimo l'estensione delle incisioni cutanee, dunque particolarmente adatti per questo tipo di chirurgia. Non si ritiene appropriato l'utilizzo di ottiche da 10 mm.

Nel caso di intervento di simpaticotomia, la strumentazione necessaria si riduce praticamente al solo elettrobisturi endoscopico, con a disposizione il retrattore per il polmone e l'aspiratore.

### d) Accesso chirurgico

1) *Numero degli accessi:* tradizionalmente per la simpaticotomia sono necessari tre accessi, anche se

tecnicamente è possibile eseguire l'intervento con due sole porte. L'intervento di simpaticotomia può essere eseguito con due accessi o anche con uno solo, attraverso cui introdurre ottica e elettrobisturi. Basculando in avanti il letto operatorio si determina lo spostamento del polmone verso il mediastino, scoprendo il recesso costovertebrale; ciò può eliminare la necessità dell'utilizzo del retrattore per il polmone, riducendo il numero degli accessi. Gli Autori ritengono che la videotoracoscopia uniportale rappresenti l'approccio di scelta per l'intervento di simpaticotomia.

2) *Dimensioni degli accessi*: dipendono dal numero degli accessi e dal calibro della strumentazione impiegata. Con un'ottica da 5 mm per un intervento di simpaticotomia può bastare un accesso solo, con un trocar da 12 mm. Per la simpaticectomia, con ottica da 5 mm e strumentazione tradizionale serviranno tre accessi da 7 mm l'uno. Se si utilizza la strumentazione di calibro 2-3 mm saranno sufficienti trocars da 3 mm.

3) *Sede degli accessi*: per la simpaticectomia l'accesso dell'ottica viene comunemente eseguito al III-

IV spazio intercostale, tra la linea ascellare media e la posteriore, i due strumenti operatori vengono introdotti al IV-V spazio intercostale, rispettivamente sulla linea ascellare anteriore e qualche centimetro posteriormente alla linea ascellare posteriore.

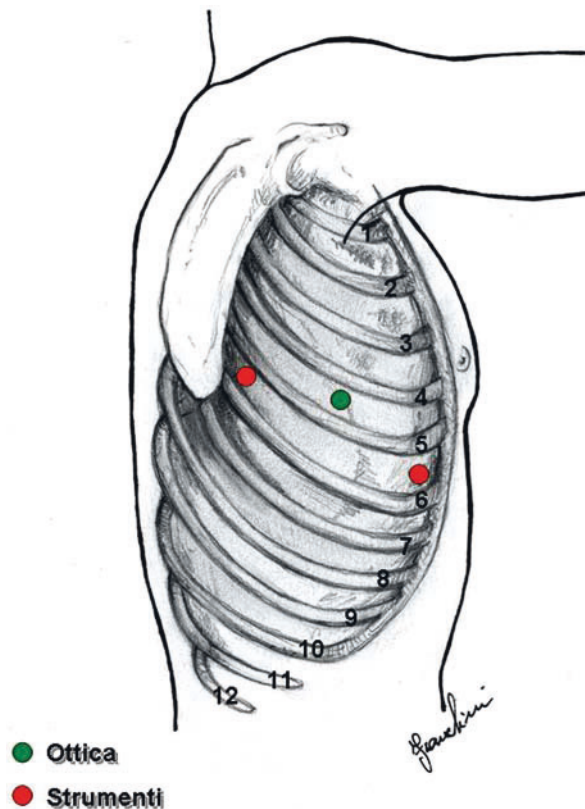
In alcuni casi, per ottenere un migliore risultato estetico, l'intervento viene eseguito con approccio trans-ascellare: gli accessi, da 2 a 3, vengono scelti tutti al III spazio intercostale. In alternativa, un altrettanto apprezzabile risultato estetico viene raggiunto utilizzando due accessi per via trans-ascellare, l'uno al II spazio e l'altro al III spazio intercostale sulla linea ascellare media. In entrambi i casi le cicatrici chirurgiche verranno col tempo nascoste dalla crescita dei peli del cavo ascellare (Fig. 2, 3).

Nella simpaticotomia l'unico trocar può essere introdotto al III-V spazio intercostale, tra la linea ascellare media e la posteriore (Fig. 4).

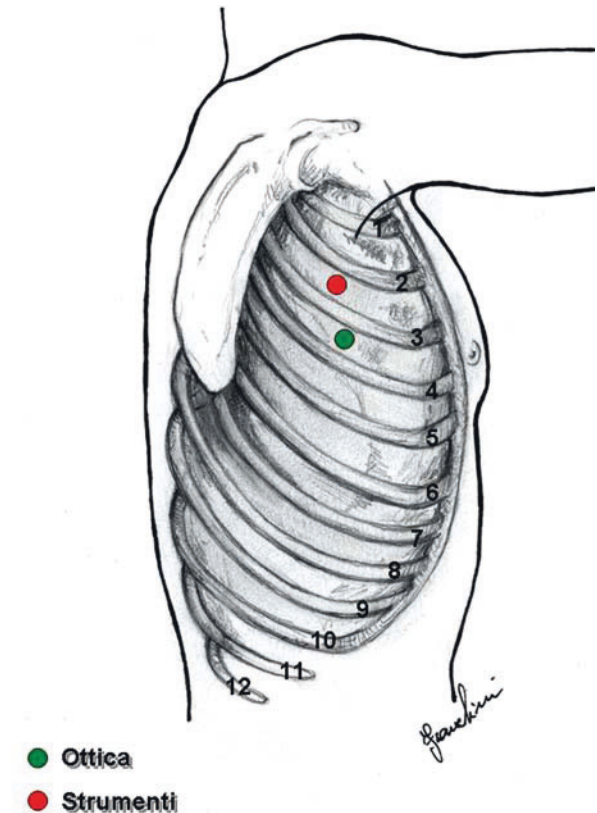
#### e) *Tempi chirurgici*

##### 1) *Simpatiectomia (T2-T4)*

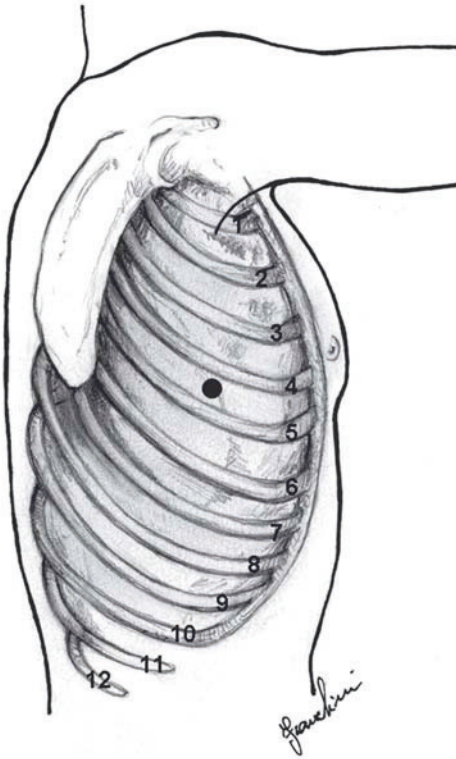
- Lisi di eventuali aderenze.
- Identificazione della catena laterovertebrale del simpatico, dei gangli, dei cordoni intergangli-



**Fig. 2.** Simpatiectomia a paziente in decubito laterale. Accessi toracoscopici standard



**Fig. 3.** Simpatiectomia a paziente in decubito laterale. Accessi toracoscopici trans-ascellari



● **Ottica/Strumenti**

**Fig. 4.** Simpaticotomia a paziente in decubito laterale. Accesso uniportale

ri e numerazione dei gangli. In questa fase è particolarmente importante identificare la prima costa, sulla testa della quale si trova il ganglio stellato, che deve essere risparmiato. Essa si rende visibile sull'apice del cavo pleurico e si caratterizza per un decorso più corto e arcuato delle successive e per un profilo più appiattito in senso cranio-caudale. Non sempre però la prima costa è visibile, perché molto craniale e coperta dalle strutture e dal grasso dell'apice della parete toracica; in questi casi la prima costa che si rende chiaramente visibile è la seconda. Si ricercano inoltre l'arteria succlavia, la vena azygos, la vena succlavia e i vasi intercostali supremi, strutture importanti che devono essere riconosciute ed evitate.

- Si solleva la pleura mediastinica sopra alla catena con una pinza e la si incide in senso longitudinale, dal primo tronco intergangliare fino a T5, mediante forbici e/o elettrobisturi (Fig. 5).
- Si solleva il tronco intergangliare T4-T5 con una pinza e lo si seziona con le forbici o elettrobisturi, eventualmente previo posizionamento di clip distale al punto di sezione (Figg. 6, 7).



**Fig. 5.** Tecnica della simpaticectomia T2-T4: inizio dell'incisione della pleura mediastinica a livello del cordone T1-T2



**Fig. 6.** Tecnica della simpaticectomia T2-T4: isolamento, mediante apposito strumento, della metà inferiore della porzione di catena da asportare



**Fig. 7.** Tecnica della simpaticectomia T2-T4: posizionamento di clip metallica a livello del tronco T4-T5

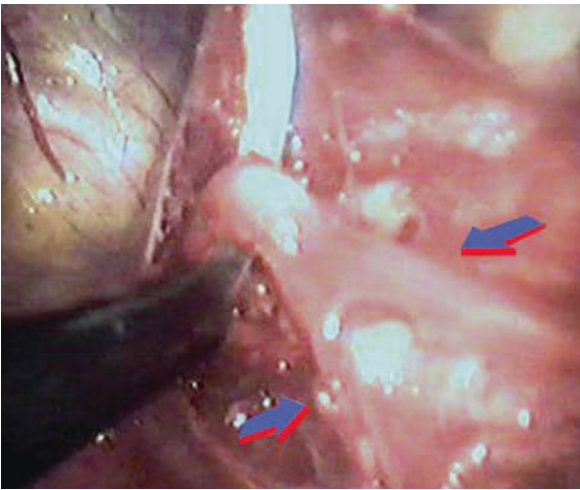
- Si disseca la catena fino al tronco T1-T2, sezionando i rami comunicanti bianchi e grigi, mediante forbici e/o elettrobisturi e mantenendo sollevato il tronco con una pinza (Figg. 8, 9, 10).
- Si seziona il tronco T1-T2 con le forbici, eventualmente previo posizionamento di clip prossimale al punto di sezione. Si sconsiglia l'utilizzo dell'elettrobisturi in questa zona, al fine di evitare possibili lesioni da calore del ganglio stellato. Nei casi in cui non si riesce chiaramente a numerare le coste, si raccomanda di mantenere la dissezione sufficientemente distante dal-

l'apice: è preferibile rischiare di lasciare in situ T2 piuttosto che danneggiare il ganglio stellato.

- Rimozione in toto del pezzo (Fig. 11).
- Si procede alla incisione con elettrobisturi della pleura parietale lungo il collo della II, III e IV costa, partendo dalla zona della dissezione e spostandosi lateralmente per 2-3 centimetri. Questo al fine di sezionare le eventuali fibre del nervo di Kuntz.

## 2) Simpaticotomia

Prevede soltanto l'elettrocoagulazione dei gangli e la sezione dei rami comunicanti corrispondenti e dei cordoni intergangliari (Fig. 12). Essa può esse-



**Fig. 8.** Tecnica della simpatiectomia T2-T4: isolamento della porzione di catena da asportare; si visualizzano i rami comunicanti del ganglio T3 (freccia inferiore) e il tronco T3-T2 (freccia superiore)



**Fig. 9.** Tecnica della simpatiectomia T2-T4: sezione dei rami comunicanti del ganglio T3



**Fig. 10.** Tecnica della simpatiectomia T2-T4: isolamento della metà superiore della catena da asportare



**Fig. 11.** Tecnica della simpatiectomia T2-T4: asportazione in toto della catena, comprendente i gangli T2, T3 e T4



**Fig. 12.** Tecnica della simpaticotomia: coagulazione completata dei gangli T2 e T3 e del cordone intergangliare corrispondente

re eseguita con una videotoroscopia uniportale, introducendo in un unico trocar l'ottica, l'elettrobisturi ed, eventualmente, una pinza per sollevare la catena al momento di eseguire la sezione dei rami comunicanti.

### 3) Ramicotomia

Comporta l'utilizzo dell'elettrobisturi o delle forbici per sezionare esclusivamente i rami comunicanti bianchi e grigi dei gangli prescelti. Dopo avere aperto la pleura mediastinica si solleva il ganglio con l'apposita pinza da presa e se ne espone la parte posteriore, rendendo così visibili i filamenti dei rami comunicanti.

#### f) Posizionamento dei drenaggi

Al termine dell'intervento si posiziona un drenaggio, di medio calibro (16-24 French), portato all'apice del cavo pleurico. In caso di più accessi esso potrà essere posizionato sotto guida della visione, in caso di singolo accesso sarà posizionato alla cieca. In assenza di sanguinamento il drenaggio potrà essere rimosso già dopo poche ore, eventualmente previo radiogramma del torace, o, al più tardi, il giorno successivo.

Alcuni Autori non posizionano un drenaggio a permanenza ma introducono un catetere per consentire la risoluzione del pneumotorace iatrogeno, mediante ventilazione polmonare a elevata pressione da parte dell'anestesista. Evacuata l'aria il drenaggio viene rimosso, prima di risvegliare il paziente [58].

A seconda della tecnica utilizzata e dell'esperienza dell'operatore la singola procedura dura da 5 a 30 minuti circa.

Data la scarsa invasività e breve durata dell'intervento, il paziente può essere dimesso il giorno successivo. È possibile restringere ulteriormente i tempi, dimettendo il paziente qualche ora dopo l'intervento [28, 46, 59], eseguendo l'intervento in Day Hospital o con modalità ambulatoriale.

La tecnica utilizzata presso la Cattedra di Chirurgia Toracica dell'Università di Modena prevedeva la simpaticectomia T2-T4, con tre accessi, fino al 1999. Dal 2000 si esegue la simpaticotomia, con coagulazione dei gangli T2 e T3, sezione dei rami comunicanti corrispondenti e interruzione del tronco T1-T2 e T3-T4; l'accesso è unico, al IV-V spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore, con trocar 20 mm attraverso cui si introduce un'ottica a 0° da 5 mm e gli strumenti. Al termine dell'intervento viene posizionato un drenaggio calibro 16-20 French, rimosso la mattina successiva, previo controllo radiologico del torace, quando il paziente è dimesso. Nei casi di patologia bilaterale, l'intervento è eseguito bilateralmente durante la stessa seduta operatoria, con il paziente in decubito laterale. L'anestesia è generale e l'intubazione con tubo orotracheale a doppio lume.

## Complicanze

### Mortalità

In nessuna casistica della letteratura sono riportati decessi. Ojimba tuttavia scrive di essere a conoscenza di 9 decessi aneddoticamente descritti, 5 per emorragia intraoperatoria (2 lacerazioni di arteria succlavia al momento dell'inserzione del trocar, 1 lacerazione di vasi intercostali, 2 non meglio definiti), 3 per problemi anestesiológicos in pazienti intubati con tubo a doppio lume, 1 per cause sconosciute [62].

### Morbilità

Le complicanze di questa chirurgia sono di rilevanza minima, fatta eccezione per le rarissime *lesioni di grossi vasi*, quali l'arteria succlavia, la vena azygos o la vena intercostale suprema, che rappresentano l'unico vero rischio di questo intervento. Gossot ha descritto una lesione dell'arteria succlavia su 940 simpaticectomie, suturata con successo in toracotomia e il 5,3% di *sanguinamenti intraoperatori* significativi (300-600 ml), tutti controllati endoscopicamente [42]. In una revi-

sione di 7017 casi di 50 Centri giapponesi, Ueyama ha riportato un'incidenza di sanguinamento intraoperatorio dello 0,3%, senza definirne la quantità, con 6 pazienti in cui si rese necessaria la toracotomia [63]. In 2 dei 602 pazienti di Gothberg (0,1%) è stato necessario ma sufficiente posizionare un drenaggio nel postoperatorio [64]. Il sanguinamento intraoperatorio di solito proviene dalla lesione di una vena intercostale durante la dissezione della catena simpatica oppure dal sito di inserzione di un trocar.

*Pneumotorace:* è la più comune delle complicanze perioperatorie. Una piccola falda apicale residua è spesso presente, soprattutto se non si posiziona un drenaggio a permanenza ma si riassorbe spontaneamente in breve tempo [58]. La necessità di posizionare un tubo di drenaggio per pneumotorace postoperatorio è stata riportata nello 0,3-6% dei pazienti [42, 58, 64, 65]. La causa del pneumotorace postoperatorio è più comunemente una lesione diretta del parenchima polmonare, procurata al momento dell'introduzione di un trocar, oppure la lacerazione di un'aderenza al momento dell'esclusione del polmone dalla ventilazione.

*Atelettasia postoperatoria:* è estremamente rara. Linne ha riportato 4 casi su 1360 pazienti (0,2%) [66], Levy 1 caso su 99 [67], tutti risolti con fisioterapia respiratoria postoperatoria.

*Dolore postoperatorio:* incidenza ed entità sono verosimilmente sottostimate, poiché i pazienti vengono dimessi molto precocemente. La maggior parte di essi riferisce modesto dolore, esacerbato dall'inspirazione profonda, che si risolve entro le prime 24 ore postoperatorie. Alcuni pazienti però lamentano un dolore più costante e prolungato, in sede dorsale paramediana, che può richiedere la somministrazione di analgesici oppiacei [42]. Il dolore può essere dovuto all'utilizzo di trocars rigidi o troppo grandi o alla lesione involontaria di un nervo intercostale durante la dissezione del tronco, con l'elettrocoagulatore o con una clip metallica. Alcuni Autori riportano la comparsa di una nevralgia postoperatoria lungo il territorio di innervazione del nervo ulnare [42, 68]: nella esperienza di Gossot si è sempre risolta spontaneamente entro 6 settimane ma nella serie brasiliana essa si è presentata nell'8% dei pazienti e ha reso necessaria la somministrazione di antidepressivi triciclici.

*Sindrome di Claude Bernard-Horner:* dovuta alla lesione del ganglio stellato. Agli esordi, quando ancora si riteneva necessaria l'ablazione del ganglio cervico-toracico per la buona riuscita dell'inter-

vento, tale sindrome era considerata il segno della corretta esecuzione della procedura. Oggi, riconosciuto che è sufficiente trattare la catena a partire da T2, la sindrome di Claude Bernard-Horner è considerata una complicanza. Essa può essere temporanea o permanente a seconda della entità del danno. Più spesso è temporanea, con una incidenza fino all'1% [62, 67] ma nella serie giapponese è riportata una incidenza di ptosi palpebrale permanente dello 0,3% [63]. L'involontaria lesione del ganglio cervico-toracico può essere dovuta a una coagulazione spinta un po' troppo cranialmente, a un'eccessiva trazione del nervo durante la dissezione oppure a un'errata numerazione delle coste.

### Effetti collaterali

Sono frequenti, spesso inevitabili, in alcuni casi rappresentati da fenomeni curiosi.

*Iperidrosi compensatoria:* è il più comune degli effetti collaterali. Consiste nell'aumento della sudorazione in altri distretti corporei, quali tronco, faccia, glutei, cosce, piedi. Riportata in tutte le casistiche, l'incidenza varia dal 18% di Fischel [69] al 53% [64], all'86% [66], fino al 97% di Chiou [70] e al 100% di Gossot [42]. Nella maggior parte delle serie essa è comunque superiore al 50%. La sede più comune è il tronco [70]. Accentuata negli ambienti caldi, l'iperidrosi compensatoria è di solito di moderata entità e sopportabile. Tuttavia, nell'1-3% dei soggetti risulta particolarmente severa e disturbante e rappresenta la motivazione più comune di insoddisfazione del paziente dopo l'intervento [27, 43, 69]. Nella serie di Licht il 35% dei pazienti presentava una sudorazione compensatoria così accentuata da dover cambiare i vestiti più volte al giorno [58]. Questo fenomeno ha verosimilmente un significato compensatorio, nell'ambito dei meccanismi di termoregolazione: maggiore è il numero di ghiandole escluse dal controllo termoregolatore, più intenso sarà il tentativo di compenso da parte delle ghiandole rimaste. Poiché il territorio denervato nel corso della simpatiectomia toracica è ricco di ghiandole sudoripare, la possibilità che si manifesti questo fenomeno è elevata. Secondo alcuni Autori limitare l'estensione della simpatiectomia porterebbe a una riduzione di questo fenomeno [59, 70, 71]. Hederman riferisce un calo dell'incidenza dal 64% al 24%, limitando l'ablazione al solo ganglio T2 rispetto all'ablazione di T2, T3 e T4 [72]. Licht riporta un aumento significativo della sudorazione con l'estensione a T4 nei casi di in-

teressamento ascellare [58]. Uno studio recente di Leseche però non conferma queste osservazioni [43]. Gossot riporta un solo caso di iperidrosi compensatoria su 14 ramicotomie [52] e Cho, in uno studio di confronto tra ramicotomia e simpaticotomia, ha notato, nei 15 pazienti sottoposti a ramicotomia, una minore incidenza di iperidrosi compensatoria, minor secchezza alle mani ma anche minori percentuali di successo [53]. Lo stesso Gossot infatti riferisce in seguito di aver abbandonato tale tecnica per l'elevata percentuale di insuccessi [73].

*Sudorazione palmare o "di rimbalzo"*: riferita da circa un terzo dei pazienti [74-76], consiste in una ripresa precoce della sudorazione alle mani, per un breve periodo di alcuni giorni dopo l'intervento, di solito tra la terza e la quinta giornata postoperatoria. Alcuni pazienti presentano anche vasocostrizione e pallore dell'arto. Questo effetto, transitorio, è probabilmente dovuto alla cosiddetta "attività di degenerazione", ad opera dell'acetilcolina e della noradrenalina rilasciate dalle terminazioni nervose in degenerazione, ben descritta da Emmelin nel 1972 [77].

*Gustatory sweating*: è un fenomeno curioso, caratterizzato da crisi di sudorazione scatenate da stimoli gustativi intensi (cibi speziati, acidi, formaggi). La sindrome è descritta in percentuali molto variabili, dall'1% [70] al 51% [65], fino al 75% [78]. Probabilmente poco considerata da medici e pazienti, è verosimilmente sottostimata. Sembra essere dovuta alla presenza di fibre collaterali o alla rigenerazione di fibre pregangliari, che contraggono sinapsi nel ganglio cervicale superiore [79].

*Sudorazione fantasma*: consiste nella sensazione di abbondante sudorazione alle mani, senza che in realtà si verifichi. Già descritta nel 53% dei casi ai tempi della simpaticectomia a cielo aperto [78], è stata descritta nel 10-48% dei pazienti sottoposti a trattamento endoscopico [80, 81]. Come il gustatory sweating, sembra essere dovuta alla presenza di una attività simpatica residua aberrante [82].

*Sequela respiratorie*: persistenti oltre l'immediato periodo postoperatorio, sono state occasionalmente segnalate in pazienti che hanno ripreso un'attività fisica pesante [78] e riferite come dispnea da sforzo [62]. Si tratta di un effetto temporaneo, dovuto alla bronco-costrizione da denervazione simpatica, che può mantenersi per 3-6 mesi dopo l'intervento, poi la funzione polmonare tende a ritornare normale [83]. Nel recente studio di Ponce-Gonzalez, la

capacità vitale e il FEV1 erano significativamente ridotti a 3 mesi, dopo 1 anno la capacità vitale era tornata normale mentre il FEV1 rimaneva basso; tutti i pazienti però si sono sempre mantenuti asintomatici [84].

*Rinite cronica*: viene descritta fino al 10% dei casi [65]. È conseguente a edema della mucosa nasale e ad aumento di secrezioni, per diminuzione della attività simpatica e prevalenza della stimolazione parasimpatica.

*Sequela cardiache*: si verificano in alcuni casi, con un rallentamento della frequenza cardiaca a riposo, un calo della pressione arteriosa sistolica a riposo e un accorciamento dell'intervallo QT [40, 85]. Anche la risposta allo sforzo risulta modificata, nel senso di un minore incremento della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa [40, 86]. Nuove tecniche scintigrafiche di indagine hanno confermato come la simpaticectomia toracica riduca leggermente l'azione del sistema ortosimpatico sulla meccanica cardiaca, effetto simile a quello dei farmaci beta-bloccanti [87].

## Risultati

### Iperidrosi primaria

La Tabella 1 riporta i risultati del trattamento in VATS dell'iperidrosi primaria in alcune delle più numerose casistiche pubblicate. Kao esegue una revisione dei casi trattati in 17 ospedali di Taiwan nei 5 anni precedenti [44]; tutti gli altri Autori riportano esperienze di singoli centri. Buoni risultati vengono riportati con entrambe le tecniche più diffuse, soprattutto nelle forme palmari. Meno efficace è il trattamento nelle forme ascellari e craniofacciali. La maggior parte degli Autori modificano l'estensione della ablazione a seconda della forma da trattare, prolungando verso T4 o T5 nel caso di iperidrosi ascellare, limitandosi a T2 nelle forme craniofacciali.

Il modo più semplice per valutare il successo dell'intervento è quello di esaminare direttamente le zone patologiche nell'immediato postoperatorio; esso è efficace, poiché la scomparsa dell'iperidrosi si ha nel giro di pochi minuti dopo l'ablazione. Tuttavia vi sono metodi che, applicati intraoperatoriamente, permettono di valutare la risposta acuta alla denervazione e dunque di predire l'outcome: la misurazione della temperatura della falange di un

**Tabella 1.** Risultati del trattamento chirurgico in videotoroscopia dell'iperidrosi

Autore	N° pazienti	Sede	Tecnica	Estensione	Efficacia (%)	Soddisfazione (%)
Kao [44]	9988	pal	SCT	T2	97	n.r.
Lin [59]	2000	pal, asc	SCO	pal T2 asc T2-T4	pal 98,7 asc 83,3	n.r.
Lee [55]	1167	pal, asc, crf	pal, crf: clip asc:SCO	pal, crf T2-T3 asc T3-T4	pal 98 * crf 92 asc 89	pal 98 crf 92 asc 89
Drott [88]	1163	pal, asc, crf	SCO	T2-T3	> 98	98
Leao [68]	743	pal, asc, crf	SCT	T2 (+T3-T4)	pal 100 crf 97 asc 80	97
Reisfeld [46]	650	pal, crf	SCT	T2	pal > 99 crf 95	n.r.
Gothberg [64]	602	pal, asc	SCO	T2-T3 (asc +T4)	98,4	99,5
Fischel [69]	486	pal, asc, crf	SCT	T2-T3 (asc +T4)	100	98
Gossot [42]	398	pal, asc	SCT	T2-T4 (asc +T5)	100	n.r.
De Campos [26]	378	pal, asc, crf	SCT-SCO	T2 (asc +T3-T4)	pal 91,8 asc 86,3	86,4
Baumgartner [27]	309	pal, asc	SCT	T2-T3	pal 100 asc 75	n.r.
Cohen [47]	223	pal	SCT	T2-T3	98,2 *	98,2
Doolabh [28]	180	pal, asc, crf	SCT	crf T2 pal T3 asc T4	pal 100 asc 98 crf 93	94
Licht [58]	158	pal, asc, crf	SCT	crf T2 pal T2-T3 asc T2-T4	pal 98 asc 93 crf 85	84
Leseche [43]	134	pal, asc	SCT	pal T2-T4 asc T2-T5	99,2	91,5
Dumont [61]	124	pal, asc	SCT	T2-T4	pal 98 asc 63	90
Loscertales [89]	113	pal	SCT	T2-T3	100	95
Lin [45]	102	pal	clip	T2	100	n.r.

**Legenda**

Pal: iperidrosi palmare. Asc: iperidrosi ascellare. Crf: iperidrosi craniofacciale

SCT: simpaticectomia. SCO: simpaticotomia. Clip: clipping

n.r.: non riportato

\* risultati riportati già come grado di soddisfazione globale dei pazienti

dito della mano (cala di 1-3°C) o, più attendibile, l'esame laser-doppler delle modificazioni del flusso ematico a livello della pelle della mano [90].

La percentuale di successo tende a diminuire nel tempo, soprattutto nelle forme ascellari. Nella revisione cinese le recidive aumentano dall'1% a un anno al 3% a 3 anni [44]. Le percentuali riportate in tabella per Lin si riferiscono a un follow-up di 5 anni ma dopo il primo anno l'effica-

cia era del 99,9% per l'iperidrosi palmare e del 91,8% per l'ascellare [59]. Gossot riporta un calo dell'efficacia nelle forme palmari e ascellari dal 100% iniziale rispettivamente al 93% e 35% dopo un follow-up medio di 3,8 anni [73]. Dumont riferisce un 37% di recidive nell'iperidrosi ascellare dopo 6 anni e anche Gothberg osserva una ripresa della sudorazione durante il follow-up nel 24% dei casi [64].

L'assenza di sudorazione nelle aree trattate o la comparsa di recidiva non sono criteri sufficienti per determinare appieno l'efficacia dell'intervento [16]. I risultati vanno valutati tenendo conto anche degli effetti collaterali, in particolare dell'ipersudorazione compensatoria. Essa talvolta può essere così grave da mascherare l'effetto positivo ottenuto con la remissione della sudorazione alle mani e il paziente si pente di essersi sottoposto all'intervento. In altri casi invece, anche una riduzione dell'ipersudorazione palmare e/o ascellare, pur non scomparsa, è sufficiente a rendere il paziente soddisfatto. Una valutazione completa dell'efficacia dell'intervento deve considerare dunque il grado di soddisfazione del paziente, spesso espresso come teorica volontà a risottoporsi all'intervento, a posteriori. In molte casistiche, l'espressione percentuale del grado di soddisfazione globale, laddove riportata, non combacia con l'efficacia sulla specifica patologia trattata; in considerazione della notevole efficacia dell'intervento e della rarità della comparsa di effetti collaterali gravi, il grado di soddisfazione resta comunque molto elevato.

Nella casistica degli Autori è stato ottenuto il 100% di successi, sia con la simpaticectomia che con la simpaticotomia. La sudorazione compensatoria si è presentata globalmente nel 62% dei casi, senza differenze significative tra le due tecniche. In nessun caso però l'effetto collaterale è stato talmente disturbante da far sì che il paziente si pentisse dell'intervento. L'efficacia sovrapponibile ha portato gli Autori a preferire, attualmente, la tecnica meno invasiva della simpaticotomia.

### **Fenomeno di Raynaud, arteriopatie ostruttive periferiche e Morbo di Buerger**

La Tabella 2 riassume i risultati delle più importanti casistiche di simpaticectomia toracica in videotoracosopia per patologie arteriose. I risultati sono ottimi nell'immediato postoperatorio (mani calde e asciutte, scomparsa/riduzione della sintomatologia, guarigione delle lesioni trofiche) ma si deteriorano notevolmente con il passare dei mesi. I successi più evidenti si ottengono in presenza di ulcere o gangrene, che regrediscono in quasi tutti i casi e non recidivano quasi mai [29, 30, 93]. Il fenomeno di Raynaud primario, quando operato in assenza di ulcere, ha invece un'elevata percentuale di recidive della sintomatologia ma spesso il dolore appare ridotto e i pazienti sono comunemente soddisfatti. Precoce e grave appare la recidiva nel Raynaud secondario. Matsumoto ha riportato un 60% di recidive entro 16 mesi in 20 pazienti con Raynaud primario; nell'87% dei casi di recidiva si è mantenuta una riduzione della frequenza e della severità dei sintomi rispetto al pre-operatorio e tutte le ulcere sono definitivamente guarite. Tutti i pazienti con Raynaud secondario hanno presentato recidiva entro pochi mesi [29].

### **Sindromi dolorose simpatico-correlate dell'arto superiore**

La simpaticectomia cervicotoracica ottiene risultati soddisfacenti, tanto da essere raccomandata dalla International Association for the Study of Pain.

**Tabella 2.** Risultati del trattamento chirurgico in videotoracosopia delle patologie arteriose periferiche dell'arto superiore

Autore	N° pazienti	Patologia	Successo iniziale (%)	Efficacia a lungo termine (%)
Andrievskikh [91]	673	OA, R	100	72,7#
Nicholson [92]	30*	R	93	50
Matsumoto [29]	28	R	93	18
Heuberger [93]	15	R	n.r.	87
DeGiacomo [32]	15	OA	100	73
Claes [30]	14	OA, R	100	OA: 100 R: 33
Komori [31]	13°	OA	100	77

**Legenda**

OA: patologia ostruttiva arteriosa. R: fenomeno di Raynaud

n.r.: non riportato

# risultato riportato su un totale di 787 pazienti, di cui 114 trattati per altre patologie

\* numero di procedure

° 7 toracotomie e 6 VATS

Hassantash, in una meta-analisi del 2003 sulla causalità, che analizza la letteratura a partire dal 1867, riporta 791 pazienti sottoposti a simpatiectomia cervicotoracica: nel 91% dei casi il dolore si è ridotto o è scomparso, percentuale che sale a 94 dopo reintervento in caso di fallimento [34]. Lo stesso Autore, nella casistica personale di 45 pazienti, riferisce remissione completa in tutti i casi [55]. Singh ottiene l'84% di successi in 42 pazienti [35], Herz il 71% in 24 [38]. Anche Samuelsson (6 pazienti) [37], Ahn (9 pazienti) [57] e AbuRahma (7 pazienti) [36] riportano significative riduzioni del dolore in tutti i casi, talvolta vere e proprie remissioni complete. Fattori che influenzano negativamente la probabilità di successo sono stati identificati nella mancata risposta al blocco chimico del ganglio stellato [36, 94] e in un prolungato lasso di tempo tra l'insorgenza della patologia e l'intervento [34-36]. Si consiglia pertanto, una volta dimostrata l'inefficacia delle terapie farmacologiche, di intervenire il prima possibile.

## Conclusioni

La videotoroscopia rappresenta l'approccio di scelta per l'intervento di ablazione della porzione toracica della catena laterovertebrale del simpatico, qualunque sia l'indicazione, la tecnica e l'estensione. Essa ha consentito di allargare le indicazioni rispetto agli approcci tradizionali, nei confronti dei quali presenta uguale efficacia ma minore invasività e complicanze.

La simpatiectomia in VATS può essere proposta a tutti i pazienti con iperidrosi palmare, ascellare o cranio-facciale, quando il primo approccio conservativo abbia fallito. L'indicazione deve sempre essere discussa con il paziente, che deve venire pienamente informato della elevata frequenza degli effetti collaterali che, seppure raramente, possono risultare molto disturbanti. Nei casi di patologie vascolari è necessario porre all'attenzione del paziente i risultati non ottimali ottenibili con la simpatiectomia. Nelle forme di dolore simpatico-correlato, non controllabile farmacologicamente, la sintomatologia è solitamente così insopportabile che difficilmente il paziente avanzerà dei dubbi sull'opportunità di intervenire.

Dal punto di vista dell'economia sanitaria, i trattamenti conservativi sono di per sé meno costosi rispetto all'intervento chirurgico. La necessità di doverli prolungare indefinitamente o ripetere molte volte può elevarne il costo, fino a renderli meno convenienti del risolutivo intervento chirurgico.

Riguardo alla modalità di ablazione della catena e all'estensione, sono riportate molte varianti e tutti gli Autori riferiscono buoni risultati per convalidare le loro proposte. Non vi sono chiare indicazioni per raccomandare la simpatiectomia oppure la simpaticotomia. L'ablazione limitata a T2-T3, eventualmente comprendente T4 per le forme ascellari, sembra essere sufficiente; comunque T2 deve sempre essere trattato. Non è chiaro se, riducendo l'estensione, cali la frequenza degli effetti collaterali.

In tutti i casi l'intervento è mininvasivo, semplice, rapido e sicuro.

## Bibliografia

1. Kotzareff A (1920) Résection partielle du tronc sympathétique cervical droit pour hyperhidrose unilatérale. *Rev Med Suisse Romande* 40:111-113
2. Jonnesco T (1896) Resectia totala di bilaterala a simpaticului cervical in cazuri de epilepsie si gusa exoftalmica. *Romania Med* 4:479-481
3. Jonnesco T (1921) Traitement chirurgical de l'angine de poitrine par la résection du sympathétique cervico-thoracique. *Presse Med* 29:193-195
4. Kuntz A (1927) Distribution of the sympathetic rami to the brachial plexus. *Arch Surg* 15:871-877
5. Adson AW (1934) Changes in technique of cervico-thoracic ganglionectomy and trunk resection. *Am J Surg* 23:287-288
6. Telford ED (1935) The technique of sympathectomy. *Br J Surg* 23:448-450
7. White JC, Smithwick RH, Allen AW et al (1933) A new muscle splitting incision for resection of the upper thoracic sympathetic ganglia. *Surg Gynecol Obstet* 56:651-657
8. Atkins MJB (1954) Sympathectomy by the axillary approach. *Lancet* I:538-539
9. Cloward RB (1969) Hyperhidrosis. *J Neurosurg* 50:545-551
10. Roos DB (1980) Transaxillary extrapleural thoracic sympathectomy. In: Bergan JJ, Yao JST (eds). *Operative techniques in vascular surgery*. Grune & Stratton, New York, p 115
11. Hughes J (1942) Endothoracic sympathectomy. *Proc R Soc Med* 35:585-586
12. Goetz RH, Marr JAS (1944) The importance of the second thoracic ganglion for the sympathetic supply of the upper extremities with a description of two new approaches for its removal. *Clin Proc Cape Town* 3:102-114
13. Kux E (1954) *Thorakoskopische eingriffe am nervensystem*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag
14. Chung IH, Oh CS, Koh HS et al (2002). Anatomic variations of the T2 nerve root (including the nerve of Kuntz) and their implications for sympathectomy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 123:498-501
15. Strutton DR, Kowalski JW, Glaser DA et al (2004) US prevalence of hyperhidrosis and impact on individuals with axillary hyperhidrosis: results from a national survey. *J Am Acad Dermatol* 51:241-248
16. Eisenach JH, Atkinson JL, Fealey RD (2005) Hyperhidrosis: evolving therapies for a well-established phenomenon. *Mayo Clin Proc* 80:657-666

17. Lin TS, Fang HY (1999) Transthoracic endoscopic sympathectomy in the treatment of palmar hyperhidrosis, with emphasis on perioperative management (1360 cases analysis). *Surg Neurol* 52:453-457
18. Fealey RD (1997) Thermoregulatory sweat test. In: *Low PA Clinical Autonomic Disorders*. 2<sup>nd</sup> ed. Lippincott-Raven, Philadelphia, pp 245-257
19. Vetrugno R, Liguori R, Cortelli P et al (2003) Sympathetic skin response: basic mechanisms and clinical applications. *Clin Auton Res* 13:256-270
20. Togel B, Greve B, Raulin C (2002) Current therapeutic strategies for hyperhidrosis: a review. *Eur J Dermatol* 12:219-223
21. Holzle E, Braun-Falco O (1984) Structural changes in axillary eccrine glands following long-term treatment with aluminium chloride hexahydrate solution. *Br J Dermatol* 110:399-403
22. Fitzgerald E, Fealay TM, Tierney S (2004) Current treatments for axillary hyperhidrosis. *Surgeon* 2:311-314
23. Luh JY, Blackwell TA (2002) Craniofacial hyperhidrosis successfully treated with topical glycopyrrrolate. *South Med J* 95:756-758
24. Torch EM (2000) Remission of facial and scalp hyperhidrosis with clonidine hydrochloride and topical aluminium chloride. *South Med J* 93:68-69
25. Neumayer C, Panhofer P, Zacherl J et al (2005) Effect of endoscopic thoracic sympathetic block on plantar hyperhidrosis. *Arch Surg* 140:676-680
26. DeCampos JR, Kauffman P, Werebe-Ede C et al (2003) Quality of life before and after thoracic sympathectomy: report on 378 operated patients. *Ann Thorac Surg* 76:886-891
27. Baumgartner FJ, Toh Y (2003) Severe hyperhidrosis. Clinical features and current thoracoscopic surgical management. *Ann Thorac Surg* 76:1878-1883
28. Doolabh N, Horsewell S, Williams M et al (2004) Thoracoscopic sympathectomy for hyperhidrosis: indications and results. *Ann Thorac Surg* 77:410-414
29. Matsumoto Y, Ueyama T, Endo M et al (2002) Endoscopic thoracic sympathectomy for Raynaud's phenomenon. *J Vasc Surg* 36:57-61
30. Claes G, Drott C, Gothberg G (1994) Thoracoscopic sympathectomy for arterial insufficiency. *Eur J Surg [Suppl 572]:63-64*
31. Komori K, Kawasaki K, Okazaki J et al (1995) Thoracoscopic sympathectomy for Buerger's disease of the upper extremities. *J Vasc Surg* 22:344-346
32. DeGiacomo T, Rendina EA, Venuta F et al (2002) Thoracoscopic sympathectomy for symptomatic arterial obstruction of the upper extremities. *Ann Thorac Surg* 74:885-888
33. Merskey H, Bogduk N (1994) Classification of chronic pain: descriptions of chronic pain syndromes and definition of pain terms. 2<sup>nd</sup> ed. IASP press, Seattle, pp 210-212
34. Hassantash SA, Afrakhteh M, Maier RV (2003) Causalgia. A meta-analysis of the literature. *Arch Surg* 138:1226-1231
35. Singh B, Moodley J, Shaik AS et al (2003) Sympathectomy for complex regional pain syndrome. *J Vasc Surg* 37:508-511
36. AbuRahma AF, Robinson PA, Powell M et al (1994) Sympathectomy for reflex sympathetic dystrophy: factors affecting outcome. *Ann Vasc Surg* 8:372-379
37. Samuelsson H, Claes G, Drott C (1994) Endoscopic electrocautery of the upper thoracic sympathetic chain: a safe and simple technique for treatment of sympathetically maintained pain. *Eur J Surg [Suppl 572]:55-57*
38. Herz DA, Looman JE, Ford RD et al (1993) Second thoracic sympathetic ganglionectomy in sympathetically maintained pain. *J Pain Symptom Manage* 8:483-491
39. Lindgren I. Angina pectoris (1950) A clinical study with special reference to neurosurgical treatment. Thesis. *Acta Med Scand [Suppl]* 1-141
40. Drott C, Claes G, Gothberg G et al (1994) Cardiac effects of endoscopic electrocautery of the upper thoracic sympathetic chain. *Eur J Surg [Suppl 572]:65-70*
41. Schwartz PJ, Locati EH, Moss AJ et al (1991) Left cardiac sympathetic denervation in the therapy of congenital long QT syndrome. A worldwide report. *Circulation* 84:503-511
42. Gossot D, Kabiri H, Caliandro R et al (2001) Early complications of thoracic endoscopic sympathectomy. A prospective study of 940 procedures. *Ann Thorac Surg* 71:1116-1119
43. Leseche G, Castier Y, Thabut G et al (2003) Endoscopic transthoracic sympathectomy for upper limb hyperhidrosis: limited sympathectomy does not reduce postoperative compensatory sweating. *J Vasc Surg* 37:124-128
44. Kao MC, Lin JY, Chen YL et al (1996) Minimally invasive surgery: video-endoscopic thoracic sympathectomy for palmar hyperhidrosis. *Ann Acad Med Singapore* 25:673-678
45. Lin TS, Chou MC (2004) Treatment of palmar hyperhidrosis using needlescopic T2 sympathetic block by clipping: analysis of 102 cases. *Int Surg* 89:198-201
46. Reisfeld R, Nguyen R, Pnini A (2000) Endoscopic thoracic sympathectomy for treatment of essential hyperhidrosis syndrome: experience with 650 patients. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 10:5-10
47. Cohen Z, Levi I, Pinsk I et al (1998) Thoracoscopic upper thoracic sympathectomy for primary palmar hyperhidrosis. The combined paediatric, adolescents and adult experience. *Eur J Surg [Suppl 580]:5-8*
48. Lee DY, Paik HC, Kim Do H et al (2003) Comparative analysis of T3 selective division of rami communicantes (ramicotomy) to T3 sympathetic clipping in treatment of palmar hyperhidrosis. *Clin Auton Res* 13:145-147
49. Chou SH, Kao EL, Li HP et al (2005) T4 sympathectomy for palmar hyperhidrosis: an effective approach that simultaneously minimizes compensatory hyperhidrosis. *Kaohsiung J Med Sci* 21:310-313
50. Neumayer C, Zacherl J, Holak G (2004) Limited endoscopic thoracic sympathetic block for hyperhidrosis of the upper limb: reduction of compensatory sweating by clipping T4. *Surg Endosc* 18:152-156
51. Wittmoser R (1969) Fortschritte der operativen thorakoskopie. In: *Fortschritte der endoskopie, Vol.1*, Stuttgart, Schattauer, p 73
52. Gossot D (1995) Selective endoscopic sympathectomy for palmar hyperhidrosis. *Presse Med* 24:1739-1742
53. Cho HM, Chung KY, Kim DJ et al (2003) The comparison of VATS ramicotomy and VATS sympathicotomy for treating essential hyperhidrosis. *Yonsei Med J* 44:1008-1013
54. Lin CC, Wu HH (2001) Endoscopic T4 sympathetic block by clamping (ESB4) in treatment of hyperhidrosis palmaris et axillaris: experience of 165 cases. *Ann Chir Gynaecol* 90:167-169
55. Lee DY, Hong YJ, Shin HK (1999) Thoracoscopic sympathetic surgery for hyperhidrosis. *Yonsei Med J* 40:589-595

56. Hassantash SA, Maier RV (2000) Sympathectomy for causalgia: experience with military injuries. *J Trauma* 49:266-271
57. Ahn SS, Machleder HI, Concepcion B et al (1994) Thoracoscopic cervicodorsal sympathectomy: preliminary results. *J Vasc Surg* 20:511-519
58. Licht PB, Pilegaard HK (2004) Severity of compensatory sweating after thoracoscopic sympathectomy. *Ann Thorac Surg* 78:427-431
59. Lin TS, Kuo SJ, Chou MC (2002) Uniportal endoscopic thoracic sympathectomy for treatment of palmar and axillary hyperhidrosis: analysis of 2000 cases. *Neurosurgery* 51 [Suppl 5]:84-87
60. Lee LS, Lin CC, Chung HC et al (2001) A survey of anaesthesia for thoracoscopic sympathetic surgery in treatment of hyperhidrosis palmaris in Taiwan. *Ann Chir Gynaecol* 90:209-211
61. Dumont P, Denoyer A, Robin P (2004) Long-term results of thoracoscopic sympathectomy for hyperhidrosis. *Ann Thorac Surg* 78:1801-1807
62. Ojimba TA, Cameron AEP (2004) Drawbacks of endoscopic thoracic sympathectomy. *Br J Surg* 91:264-269
63. Ueyama T, Matsumoto Y, Abe T et al (2001) Endoscopic thoracic sympathectomy in Japan. *Ann Chir Gynaecol* 90:200-202
64. Gothberg G, Drott C, Claes G (1994) Thoracoscopic sympathectomy for hyperhidrosis. Surgical technique, complications and side effects. *Eur J Surg [Suppl 572]:51-53*
65. Herbst F, Plas EG, Fugger R (1994) Endoscopic thoracic sympathectomy for primary hyperhidrosis of the upper limb. A critical analysis and long-term results of 480 operations. *Ann Surg* 220:86-90
66. Lin TS (1999) Transthoracic endoscopic sympathectomy for palmar and axillary hyperhidrosis in children and adolescents. *Pediatr Surg Int* 15:475-478
67. Levy I, Ariche A, Sebbag G et al (1995) La sympathectomie thoracique haute par voie thoroscopique. Une méthode de choix pour le traitement de l'hyperhidrose palmaire. *Ann Chir* 49:858-862
68. Leao LEV, DeOliveira R, Szulc R et al (2003) Role of video-assisted sympathectomy in the treatment of primary hyperhidrosis. *Sao Paulo Med J* 121:191-197
69. Fischel R, Cooper M, Kramer D (2003) Microinvasive resectional sympathectomy using the harmonic scalpel. A more effective procedure with fewer side effects for treating essential hyperhidrosis of the hands, face or axillae. *Clin Auton Res* 13:166-170
70. Chiou TSM, Chen SC (1999) Intermediate-term results of endoscopic transaxillary T2 sympathectomy for primary palmar hyperhidrosis. *Br J Surg* 86:45-47
71. Andrews BT, Rennie JA (1997) Predicting changes in the distribution of sweating following thoracoscopic sympathectomy. *Br J Surg* 84:1702-1704
72. Hederman WP (1994) Present and future trends in thoracoscopic sympathectomy. *Eur J Surg [Suppl 572]:17-19*
73. Gossot D, Galetta D, Pascal A et al (2003) Long-term results of endoscopic thoracic sympathectomy for upper limb hyperhidrosis. *Ann Thorac Surg* 75:1075-1079
74. Lee KH, Hwang PYK (1996) Video-endoscopic sympathectomy for palmar hyperhidrosis. *J Neurosurg* 84:484-486
75. Greenhalgh RM, Rosengarten DS, Martin P (1971) Role of sympathectomy for hyperhidrosis. *BMJ* 1:332-334
76. Asking B, Svartholm E (1994) Degeneration activity: a transient effect following sympathectomy for hyperhidrosis. *Eur J Surg [Suppl 572]:41-42*
77. Emmelin N, Trendelenburg U (1972) Degeneration activity after parasympathetic or sympathetic denervation. *Ergebn Physiol* 66:147-211
78. Adar R (1994) Surgical treatment of palmar hyperhidrosis before thoracoscopy: experience with 475 patients. *Eur J Surg [Suppl 572]:9-11*
79. Kurchin A, Adar R, Zweig A et al (1977) Gustatory phenomena after upper dorsal sympathectomy. *Arch Neurol* 34:619-623
80. Drott C, Gothberg G, Claes G (1993) Endoscopic procedures of the upper-thoracic sympathetic chain. A review. *Arch Surg* 128:237-241
81. Yilmaz EN, Dur AHM, Cuesta MA et al (1996) Endoscopic versus transaxillary thoracic sympathectomy for primary axillary and palmar hyperhidrosis and/or facial blushing: 5-year experience. *Eur J Cardio-thorac Surg* 10:168-172
82. Kurchin A, Mozes M, Walden R et al (1977) Phantom sweating. *Angiology* 28:799-782
83. Molho M, Shemesh E, Gordon D et al (1980) Pulmonary functional abnormalities after upper dorsal sympathectomy. *Chest* 77:651-655
84. Ponce-Gonzalez MA, Julia-Serda G, Santana-Rodriguez N et al (2005) Long-term pulmonary function after thoracic sympathectomy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 129:1379-1382
85. Crampton R (1979) Prevalence of the left stellate ganglion in the long QT syndrome. *Circulation* 59:769-778
86. Papa MZ, Schneiderman J, Tucker E et al (1986) Cardiovascular changes after bilateral upper thoracic sympathectomy. Short and long-term effects. *Ann Surg* 204:715-718
87. Toyota S, Takimoto H, Karasawa J et al (2004) Evaluation of cardiac sympathetic nerve function by myocardial <sup>123</sup>I-metaiodobenzylguanidine scintigraphy before and after endoscopic sympathectomy. *J Neurosurg* 100:512-516
88. Drott C, Claes G (1996) Hyperhidrosis treated by thoracoscopic sympathectomy. *Cardiovasc Surg* 4:788-791
89. Loscertales J, Arroyo-Tristan A, Congregado-Loscertales M et al (2004) Tratamiento de la hiperhidrosis palmar por simpatectomia toracica. Resultados inmediatos y calidad de vida postoperatoria. *Arch Bronconeumol* 40:67-71
90. Eisenach JH, Pike TL, Wick DE (2005) Comparison of peripheral skin blood flow and temperature during endoscopic thoracic sympathectomy. *Anaesth Analg* 100:269-276
91. Andrievskikh IA, Fokin AA (2004) Multiyear experience in endoscopic thoracic sympathectomy. *Angiolosud khir* 10:99-104
92. Nicholson ML, Dennis MJ, Hopkinson BR (1994) Endoscopic transthoracic sympathectomy: successful in hyperhidrosis but can the indications be extended? *Ann R Coll Surg Engl* 76:311-314
93. Heuberger J, Furrer M, Habicht J et al (2000) The indications for and results of video thoracoscopic sympathectomy. *Dtsch Med Wochenschr* 125:817-821
94. Mockus MB, Rutherford RB, Rosales C et al (1987) Sympathectomy for causalgia. *Arch Surg* 122:668-672

## Premesse

La risoluzione del dolore intrattabile in pazienti con pancreatite cronica o carcinoma pancreatico rappresenta una delle situazioni maggiormente problematiche per il chirurgo.

Il pancreas è un organo riccamente innervato che incorpora due componenti ghiandolari, l'una endocrina, l'altra esocrina, nell'ambito di un'unità funzionale estremamente integrata. L'innervazione autonoma che orchestra questa funzione, oltre a presiedere alla regolazione neuroumorale, risulta recettiva sia agli stimoli chimici che meccanici che possono essere trasmessi al sistema nervoso centrale come sensibilità dolorosa.

La presenza di dolore addominale in un paziente con pancreatite cronica è un problema complesso dal punto di vista terapeutico [1].

La denervazione pancreatica, volta ad interrompere il flusso di stimoli algogeni dal pancreas al sistema nervoso centrale ha affascinato concettualmente i chirurghi fin dalla prima segnalazione di Mallet-Guy nel 1943 [2].

La capacità di alleviare il dolore della pancreatite cronica con un singolo intervento terapeutico senza intervenire chirurgicamente sul pancreas o sul tratto digestivo rimane un'opzione estremamente attraente per una larga quota di pazienti. Sfortunatamente nessun altro ricercatore è stato in grado di riprodurre gli eccellenti risultati a lungo termine di Mallet-Guy, il cui lavoro rimane pertanto il gold standard per la risoluzione del dolore dopo splancnicectomia in pazienti con pancreatite cronica [3].

Nel 1993 due gruppi combinarono le teorie di Mallet-Guy con la tecnologia emergente della videotoracosopia per presentare la tecnica della splancnicectomia toracoscopica nel trattamento del dolore da cancro pancreatico [4, 5]. Questo connubio, integrando i principi dell'ablazione neuronale con la chirurgia mininvasiva, stimolò nuovamente la classe chirurgica a ricercare un metodo semplice e risolutivo per trattare il dolore da patologia pancreatica.

L'intervento videoassistito venne quindi esteso anche a pazienti con pancreatite cronica [6], mo-

dificato per comprendere un'ablazione nervosa bilaterale attraverso un approccio posteriore [7], ed i pazienti vennero vagliati utilizzando un'anestesia differenziale epidurale (DEA) per identificare i casi con alta probabilità di successo della procedura [8]. I primi risultati confermarono l'affidabilità di questa metodica.

L'esatta fisiopatologia molecolare del dolore pancreatico rimane per alcuni punti sconosciuta, e molti dei dati raccolti per chiarire l'argomento provengono da studi di pazienti con pancreatite cronica.

Sulla base di queste ricerche sono state proposte due teorie sull'origine del dolore:

1. Aumento della pressione endoduttale pancreatica con ipertensione tissutale e riduzione della microperfusione.
2. Presenza di una neurite associata alla pancreatite con alterazioni della guaina perineurale [9].

Entrambe le teorie hanno i loro sostenitori, tuttavia nessuna delle due consente di comprendere in modo completo la genesi del dolore. Rimane poi possibile, come in corso di sindromi complesse dolorose neuromediate, la potenziale sovrapposizione e sinergismo di entrambi i meccanismi.

In ogni caso, le terminazioni nervose autonome sensitive localizzate nel parenchima pancreatico trasmettono informazioni afferenti al ganglio celiaco. Il plesso nervoso del ganglio celiaco rappresenta quindi una sorta di stazione di transito degli impulsi dolorosi che viaggiano verso il sistema nervoso centrale dove vengono elaborati, localizzati ed interpretati. I nervi grande splancnico (T5-T10) e piccolo splancnico (T10-T11) sono composti da fibre simpatiche postgangliari che trasmettono gli impulsi sensoriali viscerale al midollo spinale da dove vengono successivamente diffusi al talamo ed alla corteccia cerebrale.

Il dolore pancreatico è comunemente riferito dal paziente come terebrante a pugnalata o profondo a morsa, localizzato all'epigastrio o all'ipocondrio sinistro, irradiato frequentemente alla schiena tra i dermatomeri T12-L2 a comparsa spesso postprandiale ed associato a nausea.

Un dolore del tipo colico risulterebbe atipico per un'afezione pancreatica, mentre orienterebbe di più verso una patologia biliare.

L'intensità del dolore può differire da paziente a paziente o anche, nello stesso paziente, da un giorno all'altro. Nella pancreatite cronica e nel cancro del pancreas, in concomitanza con la progressione della patologia si associa un aumento notevole dell'intensità del dolore.

Il trattamento del dolore in pazienti con pancreatite cronica è stato recentemente definito da un documento dell'American Gastroenterologic Association (AGA) (Tab. 1).

In questo protocollo vengono raccomandati l'astensione totale dagli alcolici ed un iniziale trattamento antalgico con FANS ed antidepressivi associati ad una dieta povera di grassi.

Tecniche di imaging andrebbero programmate per escludere cause di dolore trattabile (pseudocisti pancreatiche, stenosi biliare, stenosi duodenale, ulcera peptica) ma anche per classificare i pazienti con pancreatite cronica secondo parametri anatomici (dotto largo, dotto piccolo, minima variazione) e morfologici (testa pancreatiche aumentata per ipertrofia, testa pancreatiche piccola, pancreatite ostruttiva).

Se il trattamento iniziale non dovesse dare risultati favorevoli, si disporrà una terapia di 8 settimane a base di enzimi pancreatici per os ed inibitori della secrezione gastrica. Il fallimento di que-

sti protocolli terapeutici dovrà portare all'impiego di analgesici oppioidi ed a prendere in considerazione opzioni endoscopiche o chirurgiche.

I pazienti con carcinoma pancreatico si possono avvalere di analgesici maggiori transdermici o a lunga durata di azione, almeno nelle fasi iniziali [10]. I farmaci antidepressivi agevolano il trattamento analgesico nei pazienti affetti sia da pancreatite cronica che da cancro pancreatico.

I blocchi analgesici del plesso celiaco per via percutanea o endoscopica sono sicuramente utili e comunque di minima invasività.

L'insuccesso di tutti questi trattamenti analgesici rende il paziente un potenziale candidato alla simpaticectomia bilaterale toracoscopica (BTS) [11]. Nell'esperienza dell'Autore i pazienti con pancreatite cronica senza indicazioni endoscopiche o chirurgiche (stenosi o dilatazione del dotto pancreatico) o quelli che non hanno ottenuto apprezzabili risultati da una prima linea endoscopica o chirurgica risultano anch'essi candidati alla BTS [12].

Tutti i casi di pancreatite cronica candidabili alla BTS andrebbero sottoposti, come già enunciato, a DEA per documentare la trasmissione dello stimolo doloroso attraverso il sistema nervoso splancnico [13].

Dalla registrazione delle sensazioni soggettive del dolore dopo iniezione di soluzione salina (placebo di controllo) o di anestetici locali, il tipo di sensa-

**Tabella 1.** Linee guida dell'American Gastroenterological Association (AGA) nel trattamento del dolore da pancreatite cronica [1]

#### Terapia iniziale

Astensione dall'alcol	Analgesici minori	Dieta povera di grassi	Valutazione della qualità di vita
-----------------------	-------------------	------------------------	-----------------------------------

#### Mancata risposta

Inibizione della secrezione gastrica	Trattamento con enzimi pancreatici ad alte dosi (8 settimane)
--------------------------------------	---

#### Mancata risposta

Considerare la terapia endoscopica
------------------------------------

#### Mancata risposta

Valutare l'opzione chirurgia vs. terapia antalgica con analgesici maggiori
--

#### Terapia chirurgica

Dotto piccolo	Dotto allargato
Denervazione	Drenaggio chirurgico
Resezione pancreatiche	

zione dolorosa può essere classificato come viscerale, non viscerale, di origine centrale.

L'utilizzo di metodi per valutare la qualità di vita (QOL) e/o di una scala del dolore analogico-visiva (VAS) contribuirà a quantificare in modo oggettivo l'intensità del dolore e la risposta individuale al trattamento [14].

## Indicazioni

**Cancro pancreatico.** La sopravvivenza dei pazienti con carcinoma del pancreas localmente avanzato non resecabile è di 6-12 mesi mentre nei casi con malattia metastatica localizzata a fegato o peritoneo risulta approssimativamente di 3-6 mesi.

La maggior parte dei pazienti di entrambi i gruppi sarà destinata ad accusare dolori al rachide e/ o all'addome che renderanno necessarie dosi sempre più crescenti di analgesici maggiori. In caso di inoperabilità sono indicate le tecniche non chirurgiche di controllo del dolore. La BTS risulta indicata in ogni caso se il dolore diviene significativo e progressivamente più intenso col tempo. L'intervento di splancnicectomia videotoroscopica si effettua se la neoplasia prende origine dalla testa o dal corpo o dalla coda pancreatica.

I pazienti non responsivi ai trattamenti analgesici percutanei o endoscopici dovrebbero essere candidabili alla BTS dal momento che la completa sezione delle fibre afferenti al di sopra dell'asse celiaco risulta spesso risolutiva.

**Pancreatite cronica.** Esistono scarsi dati sull'utilizzo dell'ablazione neuronale (BTS) come tecnica integrativa antalgica al trattamento chirurgico resettivo (intervento di Whipple, cefalopancreatectomia con preservazione del duodeno) o a procedure di drenaggio (Puestow) per pancreatite cronica. In circostanze normali la resezione o il drenaggio vengono effettuati senza intervento di denervazione.

In pazienti non candidabili né all'intervento resettivo né al drenaggio (dotto pancreatico piccolo, testa pancreatica di piccole dimensioni) o in quelli non responsivi ai trattamenti analgesici o che hanno sviluppato un dolore ricorrente dopo intervento recettivo o drenaggio, andrebbero effettuati accertamenti radiografici ed endoscopici volti allo studio dell'anatomia intraddominale.

In assenza di spiegazioni anatomiche (stenosi biliare, raccolta di liquido, stenosi del dotto pancreatico, progressione della patologia di base) è indicato il blocco del plesso celiaco percutaneo o endoscopico ecoguidato (EUS) per il controllo del dolore.

Se poi viene richiesta una più estesa e duratura denervazione, la BTS può essere considerata a condizione che il paziente risponda significativamente alla DEA.

## Selezione dei pazienti

L'anestesia epidurale differenziale, permette, seguita da un'iniezione di placebo, un blocco epidurale completo delle sole fibre simpatiche [13]. Dopo ciascuna iniezione viene chiesto al paziente quale sia il livello del dolore.

- I pazienti con miglioramenti significativi dopo iniezione del solo placebo, vengono considerati placebo responsivi.
- I pazienti con una riduzione del dolore dopo blocco completo epidurale che però si ripresenta precocemente al ripristino della funzione motoria degli arti inferiori, sono affetti da un dolore somatico non pancreatico.
- I pazienti con una riduzione del dolore dopo blocco completo epidurale che permane anche dopo la ripresa dell'attività motoria agli arti inferiori presentano un dolore viscerale pancreatico.
- I pazienti con nessuna riduzione del dolore dopo blocco completo epidurale hanno un'altra centralizzazione del loro dolore (incluso quello psicogeno).

In sintesi solo i pazienti con un dolore viscerale e mediato dalle afferenze del sistema nervoso simpatico sono candidabili all'intervento di BTS.

## Accessi e tecnica chirurgica

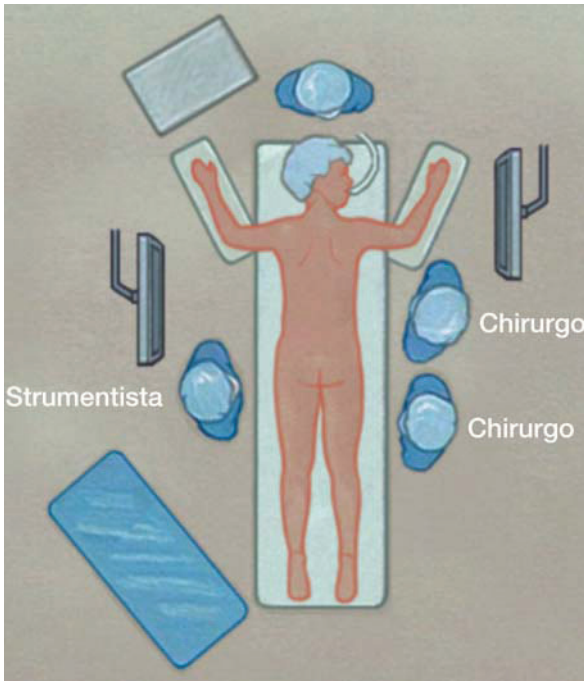


La tecnica che viene comunemente usata è simile a quella descritta a suo tempo da Cuschieri e coll. con alcune minime modifiche [15].

La procedura si esegue in narcosi, con tubo endotracheale a doppio lume per garantire la ventilazione monopolmonare. Il paziente viene posizionato prono con gli arti superiori piegati a 90° in direzione della testata del lettino operatorio. Il campo operatorio dovrà risultare ampio per garantire l'esposizione di entrambi i lati della schiena dal collo alla regione sacrale e lateralmente giungerà fino alle linee ascellari medie.

L'operatore e l'aiuto si posizioneranno sul medesimo lato del paziente l'uno di fianco all'altro, mentre lo strumentista si disporrà di fronte ai chirurgi (Fig. 1).

Si utilizzano due monitors ai lati del paziente. Si esegue l'anestesia locale per infiltrazione nelle sedi scelte per gli accessi toracoscopici, per ridurre il



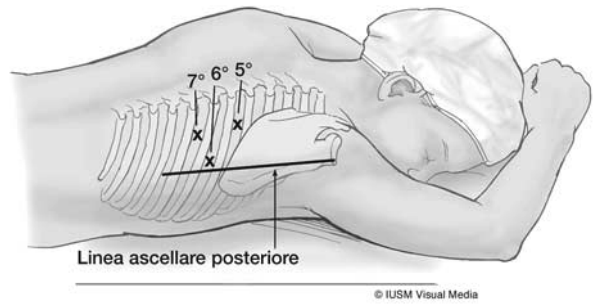
**Fig. 1.** Disposizione di paziente, équipe operatoria e monitor in corso di BTS

dolore postoperatorio a livello delle incisioni chirurgiche.

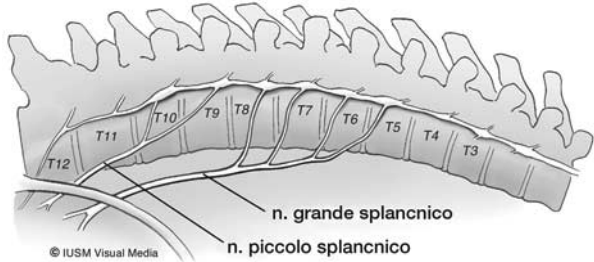
Si eseguono tre accessi toracoscopici: uno da 10 mm (videotoroscopia) al 6° spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore, altri due da 5 mm (strumenti) al 5° ed 7° spazio intercostale rispettivamente ad una distanza intermedia tra la linea ascellare posteriore e quella mediospinale (Fig. 2). Si utilizza solitamente un endoscopio a 0° anche se un'ottica angolata può risultare utile in alcuni casi.

La catena simpatica compare lungo la parete toracica posteriore ed al di sopra della colonna vertebrale quando viene visualizzata in posizione prona (Fig. 3).

A volte la pleura parietale risulta ispessita ed opaca in seguito a patologie pregresse (versamenti, infiammazioni): in questi casi l'individuazione della catena simpatica può risultare difficoltosa se non si apre la pleura mediastinica. Quest'ultima viene aperta con elettrobisturi ad uncino o con forbici endoscopiche in direzione cranio-caudale e parallela ai corpi vertebrali. Il grande splancnico viene identificato seguendo piccole fibre nervose che dal 5°-8° ganglio simpatico si uniscono a formare il tronco principale del nervo. È presente una certa variabilità anatomica nell'origine del nervo grande splancnico, che cranialmente può raccogliere afferenze dai gangli T4-T5 e caudalmente anche dai



**Fig. 2.** Accessi toracoscopici e triangolazione in corso di splancnectomia bilaterale



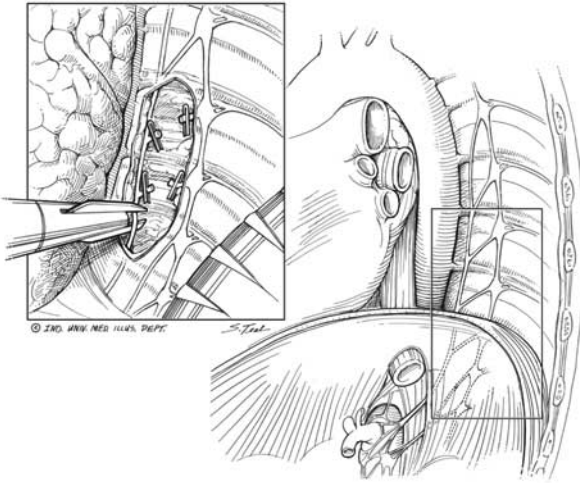
**Fig. 3.** Disposizione anatomica classica del nervo grande splancnico visto dall'emitorace destro a paziente prono. Le radici sono rappresentate dai rami comunicanti dal 5° all'8° ganglio simpatico toracico che si raggruppano caudalmente in direzione del diaframma. Il nervo piccolo splancnico origina da fibre che partono dal 9° e 10° ganglio simpatico toracico e decorre parallelo al grande splancnico

gangli T12, tanto da richiedere una dissezione accurata del nervo [16].

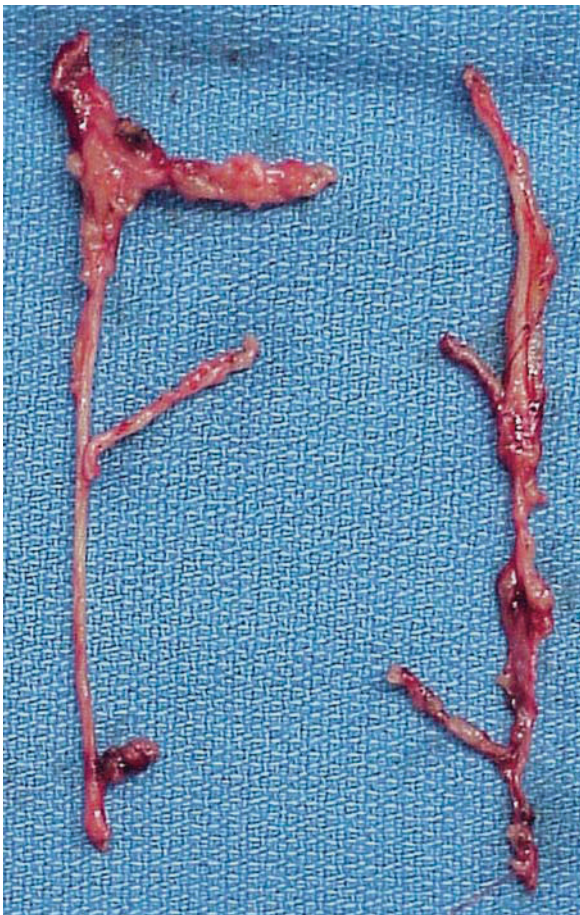
L'isolamento del tronco principale continua lungo tutto il suo decorso utilizzando le forbici endoscopiche e provvedendo man mano a sezionare tra endoclips tutti i rami comunicanti dei gangli simpatici (Fig. 4).

Una volta che il tronco sia stato completamente isolato, vengono sezionate su endoclips le ultime connessioni prossimali e distali ed il nervo viene rimosso in toto (Fig. 5).

I rami comunicanti dall'8° all'11° spazio intercostale (nervo piccolo splancnico) possono essere occasionalmente visualizzati e sezionati con l'elettrobisturi ad uncino. È fondamentale rimuovere completamente il grande splancnico perché una nuova rigenerazione del simpatico può essere teoricamente possibile. Una sopraelevazione dell'emidiaframma soprattutto a sinistra può comparire in seguito a dilatazione gastrica da aria raccolta du-



**Fig. 4.** Quadro intraoperatorio. Aperta la pleura mediastinica mentre si isola in tutto il suo decorso il tronco del grande splanchnico vengono sezionati su endoclips i piccoli rami comunicanti coi gangli simpatici toracici



**Fig. 5.** Reperto operatorio al termine dell'intervento: si apprezza il tronco dei nervi grande splanchnico destro e sinistro

rante la ventilazione con maschera nella fase induttiva della narcosi. In questo caso l'emidiaframma può ostacolare il riconoscimento dell'intero decorso del grande splanchnico e particolarmente dei rami comunicanti bassi (T7-T8) col rischio di eseguire una splanchnicectomia incompleta. La decompressione gastrica con sondino può ridurre la sopraelevazione diaframmatica consentendo una migliore visualizzazione ed una dissezione nervosa più completa.

Ultimata la resezione nervosa si esegue l'emostasi e si controlla col videotoroscopio che il polmone riventilato si espanda in modo soddisfacente.

Si effettua infine la chiusura per piani delle porte toracoscopiche con filo riassorbibile (Vicryl 3-0 e 4-0) mentre l'anestesista mantiene il polmone modicamente iperespanso.

Terminato l'intervento da un lato si esegue la medesima procedura dal lato opposto nell'ambito della stessa seduta. Al termine dell'intervento e prima del risveglio del paziente si esegue un radiogramma del torace sul letto operatorio: se presente un significativo pneumotorace si posiziona un piccolo drenaggio endopleurico attraverso una delle porte endoscopiche. Se invece non sono apprezzabili falde aeree in cavo si procede al risveglio ed alla estubazione del paziente (Tab. 2).

**Tabella 2.** Descrizione step by step della tecnica della splanchnicectomia bilaterale toracoscopica

1. Paziente intubato con tubo endotracheale a doppio lume. Posizione prona "a coltello a serramanico". Chemioprofilassi antibiotica sistemica monodose
2. Scelta del primo lato dove intervenire. Anestesia locale per infiltrazione (soluzione al 50% di xilocaina 1% e marcaina 0.5%) nelle sedi degli accessi toracoscopici. Esclusione del polmone dal lato dove effettuare l'intervento
3. Un accesso da 10 mm (ottica) al 6° spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore; due accessi da 5 mm (strumenti) al 5° e 7° spazio rispettivamente a metà strada circa tra la linea ascellare posteriore e quella mediospinale
4. Apertura della pleura mediastinica da D4 fino all'inserzione diaframmatica. Individuazione della catena del simpatico e dei rami comunicanti tra la catena del simpatico ed il nervo grande splanchnico (T5-T8)

Isolamento e sezione su endoclips dei rami comunicanti e progressiva liberazione del tronco del grande splanchnico. Sezione su endoclips delle connessioni nervose prossimali e distali del tronco e rimozione en bloc dell'intero nervo

5. Emostasi. Controllo della riespansione polmonare. Chiusura per piani delle porte toracoscopiche in Vicryl 3-0 e 4-0
6. Si ripete l'intervento dal lato opposto

## Morbilità e mortalità

Mentre in passato non erano state riportate mortalità da BTS in letteratura, una recente revisione di simpaticectomie toraciche endoscopiche ha riportato 9 decessi, di cui 5 da sanguinamento intratoracico maggiore (da arteria succlavia, da vene intercostali), 3 da incidente anestesiológico correlato al tubo endotracheale a doppio lume, 1 da cause sconosciute [17].

La morbilità perioperatoria nella casistica dell'Autore è stata dell'11% (3 chilotoraci, 2 infezioni della ferita, 1 focolaio broncopneumonico) e la degenza media postoperatoria di 3.6 giorni (range 2-27 giorni).

Due pazienti hanno richiesto un reintervento per la persistenza di chilotorace refrattario al trattamento conservativo. Sei pazienti (11%) hanno accusato nevralgia intercostale postoperatoria che si è protratta per più di 90 giorni, regredita completamente in 5 casi mentre in 1 caso è stato necessario procedere al blocco antalgico intercostale. Non sono stati registrati decessi correlati alla procedura chirurgica. Questi dati risultano certamente significativi se comparati con la morbilità globale riportata in letteratura (Tab. 3).

Le cause più frequenti di insuccesso dell'intervento sono rappresentate sia dal mancato riconoscimento dell'intero decorso del nervo grande splancnico sia dall'incompleto isolamento dello stesso, in particolare a livello dei gangli T7-T8 nella parte inferiore della dissezione.

La splancnicectomia bilaterale rimane comunque caratterizzata da una bassa mortalità e morbilità, e da una ragionevolmente rapida curva di apprendimento di una quindicina di interventi.

## Risultati e follow-up

Nella serie descritta dall'Autore sono state raccolte le valutazioni relative al Questionario sulla Qua-

lità della Vita dell'Organizzazione Europea per la Ricerca ed il Trattamento del Cancro (EORTC QLQ) oltre al punteggio VAS nel periodo preoperatorio e dopo 3, 6, 12, 24, 36 mesi dall'intervento. L'efficacia dell'intervento è risultata dipendere in gran parte dal tipo di paziente a cui viene effettuato.

Ihse e coll. [18] hanno riportato uno studio su 21 pazienti affetti da pancreatite cronica e sottoposti a splancnicectomia: dopo un follow-up medio di 43 mesi il punteggio VAS rimaneva inferiore al 50% dal valore basale con concomitante riduzione di posologia dell'analgico maggiore.

La differenza di risultati tra il loro studio e quello dell'Autore sta nella differenza tra i due campioni di pazienti esaminati. La casistica personale comprendeva soprattutto (84%) pazienti con forme di pancreas divisum, di pancreatite idiopatica, di malattia dello sfintere di Oddi (SOD), mentre la maggior parte dei pazienti del gruppo di Ihse presentava una pancreatite cronica post-alcolica (57% dei casi). In 20 pazienti di questo ultimo gruppo erano stati effettuati interventi precedenti (colecistectomia, resezione gastrica, laparotomia esplorativa) di cui non è dato conoscere l'eventuale finalità antalgica. Inoltre, mentre il 98% dei pazienti della casistica dell'Autore assumevano nel preoperatorio dosi elevate di analgesici maggiori (dose narcotica equianalgescica di  $8.7 \pm 2.5$ ), solo il 67% del secondo gruppo era in trattamento con analgesici maggiori prima dell'intervento.

Nonostante l'uso di una tecnica leggermente differente nella dissezione nervosa, che utilizza il bisturi ad ultrasuoni, lo studio recentemente pubblicato da Buscher e coll. [19] sembra riportare gli stessi risultati della casistica personale. Infatti dei 44 pazienti con pancreatite cronica osservati, la maggioranza presentava una patologia da dotto piccolo e 28 (64%) erano stati trattati precedentemente con interventi antalgici endoscopici o chirurgici. Gran parte dei pazienti presentava inoltre una pancreatite cronica post-alcolica (55%), pur

**Tabella 3.** Morbilità e percentuali della splancnicectomia bilaterale toracoscopica in casistiche selezionate di pazienti con cancro del pancreas e pancreatite cronica

	Anno	n°	Morbilità (%)	Percentuale di successo (%)	Follow-up medio (mesi)
Bradley et al. [8]	1998	16	6%	77%	23
Moodley et al. [18]	1999	17	6%	94%	12
Ihse et al.* [19]	1999	44	11%	75%	42
Buscher et al. [20]	2001	44	18%	46%	36
Howard et al. [12]	2002	55	11%	31%	32

\* Popolazione mista con 23 pazienti affetti da cancro pancreatico e 21 da pancreatite cronica

essendo presente una percentuale significativa (32%) di casi di pancreas divisum o di pancreatite idiopatica. Dopo un follow-up medio di 36 mesi il 50% dei pazienti presentava nuovamente dolore addominale che in 19 casi (86%) ha richiesto l'assunzione di analgesici maggiori. Nella casistica dell'Autore è stato riscontrato un miglioramento sensibile nel follow-up a 3 mesi dall'intervento, caratterizzato da significativo abbassamento del punteggio VAS e dell'utilizzo di analgesici maggiori e da un miglioramento globale della qualità della vita. Dopo un follow-up medio di 32 mesi tuttavia 38 dei 55 pazienti, pari al 69%, ripresentavano un dolore addominale che richiedeva la riassunzione di analgesici maggiori o altri interventi di tipo antalgico (analgesia intratecale, drenaggio pancreatico o resezione).

Sulla base dei dati registrati si ritiene che la simpaticotomia bilaterale toracoscopica abbia efficacia a lungo termine nei casi di pancreatite cronica a dotto piccolo con dolore addominale non responsivo al trattamento medico, che non siano stati precedentemente sottoposti ad interventi antalgici precedenti e che rispondano positivamente alla DEA preoperatoria. L'intervento di splancnicotomia in pazienti sottoposti a precedenti trattamenti antalgici di tipo chirurgico o endoscopico, determina un temporaneo sollievo dal dolore (< 12 mesi dall'intervento), mentre, nell'esperienza dell'Autore, i risultati a lungo termine non sono incoraggianti.

I motivi della ripresa del dolore dopo splancnicotomia bilaterale rimangono oscuri.

L'eventualità di una rigenerazione nervosa nell'ambito di una denervazione chirurgica completa risulta piuttosto inverosimile. Una spiegazione maggiormente plausibile potrebbe essere ricercata nella variabilità anatomica dei nervi splancnici, sia per quanto concerne il numero delle radici gangliari interessate che per quanto riguarda la sede di origine dalla catena gangliare del simpatico toracico [16].

Una dissezione nervosa incompleta potrebbe spiegare gli insuccessi precoci della splancnicotomia ma non quelli tardivi (6-12 mesi).

L'associazione della vagotomia alla splancnicotomia era stata proposta da alcuni Autori [20] sia per la presenza di rami afferenti sensoriali viscerali veicolati dal nervo vago sia per un suo possibile ruolo nella riduzione degli attacchi di pancreatite alcolica ricorrente.

Nonostante questi effettivi vantaggi che la vagotomia comporta, la presenza di effetti collaterali dovuti essenzialmente all'azione sulla motilità e secrezione gastrointestinale, ha raffreddato alquanto l'entusiasmo per questa metodica.

## Conclusioni

La denervazione splancnica nel trattamento del dolore pancreatico intrattabile in corso di cancro del pancreas e di pancreatite cronica è una procedura di indicazione non comune.

Tuttavia, quando utilizzata in casi appropriati ed in pazienti rigidamente selezionati può risultare un'opzione terapeutica efficace.

## Bibliografia

1. Warsaw AL, Banks PA, Fernández-Del Castillo C (1998) AGA Technical review on treatment of pain in chronic pancreatitis. *Gastroenterology* 115:765-776
2. Mallet-Guy P (1943) La splancnicotomie gauche dans le traitement des pancreatites chroniques. *Presse Med* 51:145-146
3. Mallet-Guy PA (1983) Late and very late results of resections of the nervous system in the treatment of chronic relapsing pancreatitis. *Am J Surg* 145:234-238
4. Melki J, Riviere N, Roulee N et al (1993) Splancnicotomie thoracique sous video-thoroscopie. *Presse Med* 22:1095-1097
5. Worsley J, Ferson PF, Keenan RJ et al (1993) Thoracoscopic pancreatic denervation for pain control in irresectable pancreatic cancer. *Br J Surg* 80:1051-1052
6. Maher JW, Johlin FC, Pearson D (1996) Thoracoscopic splancnicotomy for chronic pancreatitis pain. *Surgery* 120:603-610
7. Cuschieri A, Shimi SM, Crothwaite G et al (1994) Bilateral endoscopic splancnicotomy through a posterior thoracoscopic approach. *JR Coll Surg Edinb* 39:44-47
8. Bradley EL, Reynhout JA, Peer GL (1998) Thoracoscopic splancnicotomy for "small duct" chronic pancreatitis: case selection by differential epidural analgesia. *J Gastrointest Surg* 2:88-94
9. Bornman PC, Marks IN, Girdwood AW et al (2003) Pathogenesis of pain in chronic pancreatitis: ongoing enigma. *World J of Surg* 27:1175-1182
10. Caraceni A, Portenoy RK (1996) Pain management in patients with pancreatic carcinoma. *Cancer* 78:639-653
11. Le Pimpec Barthes F, Chapuis O, Riquet M et al (1998) Thoracoscopic splancnicotomy for control of intractable pain in pancreatic cancer. *Ann Thorac Surg* 65:810-813
12. Howard TJ, Swofford JB, Wagner DL et al (2002) Quality of life after bilateral thoracoscopic splancnicotomy: long-term evaluation in patients with chronic pancreatitis. *J Gastrointest Surgery* 6:845-854
13. Conwel DL, Vargo JJ, Zuccaro G et al (2001) Role of differential neuroaxial blockade in the evaluation and management of pain in chronic pancreatitis. *Am J Gastro* 96:431-436
14. Bloechle C, Izbicki JR, Knoefel WT et al (1995) Quality of life in chronic pancreatitis - results after duodenum-preserving resection of the head of the pancreas. *Pancreas* 11:77-85
15. Cuschieri A, Shimi SM, Crothwaite G et al (1994) Bilateral endoscopic splancnicotomy through a posterior thoracoscopic approach. *JR Coll Surg Edinb* 39:44-47

16. Naidoo N, Partab P, Pather N et al (2001) Thoracic splanchnic nerves: implications for splanchnic denervation. *J Anat* 199:585-590
17. Ojimba TA, Cameron AEP (2004) Drawbacks of endoscopic thoracic sympathectomy. *Br J Surg* 91:264-269
18. Ihse I, Zoucas E, Gyllstedt E et al (1999) Bilateral thoracoscopic splanchnicectomy: effects on pancreatic pain and function. *Ann Surg* 230:785-791
19. Buscher HCJL, Jansen JBMJ, Van Dongen R et al (2002) Long-term results of bilateral thoracoscopic Splanchnicectomy in patients with chronic pancreatitis. *Br J Surg* 89:158-162
20. Stone HH, Chauvin EJ (1990) Pancreatic denervation for pain relief in chronic alcohol associated pancreatitis. *Br J Surg* 77:303-305

## Premesse

Nel trattamento chirurgico dell'ulcera peptica la vagotomia tronculare bilaterale, per via toracoscopica o laparoscopica, rappresenta un intervento di semplice esecuzione e di sicura efficacia, purchè sia associato a gastroenteroanastomosi, piloroplastica o dilatazione pneumatica del piloro [1].

Si deve a Pieri [2], nel 1927, l'esecuzione della prima vagotomia tronculare con accesso per via toracica, ma fu successivamente Dragstedt a studiarne e a comprenderne il meccanismo di azione, promuovendone così l'utilizzo e la diffusione su larga scala.

Anche questo Autore ha utilizzato in prima istanza l'accesso transtoracico, abbandonandolo successivamente poiché questa via non permetteva di controllare direttamente la lesione ulcerativa con le eventuali lesioni concomitanti ed inoltre non permetteva l'esecuzione dell'intervento di drenaggio gastrico. Secondo Dragstedt la via toracica manteneva tutte le sue indicazioni solamente in caso di ulcere gastroduodenali recidive e dopo resezioni gastriche ripetute [3]. Con il passare del tempo l'accesso toracico è stato praticamente abbandonato [4] trovando indicazione solo nei pochissimi casi in cui eseguire una vagotomia per via addominale era ritenuto troppo rischioso o indaginoso, come in pazienti plurioperati [5].

Attualmente, con l'avvento della chirurgia minivasiva, la vagotomia tronculare è stata riproposta per via toracoscopica in alcuni casi ben selezionati [6].

## Indicazioni

Le classiche indicazioni all'intervento toracoscopico sono ancora rappresentate dalle ulcere o dalle gastriti emorragiche a carico del moncone gastrico residuo alla resezione [7, 8].

L'ulcera peptica digiunale o anastomotica in pazienti portatori di gastroresezione sec. Billroth II sottoposti a resezioni relativamente "troppo piccole" (inferiori a 65-75% della classica gastroresezio-

ne subtotale) non associato a vagotomia è la principale indicazione a questo intervento. Attualmente l'incidenza di questa patologia è molto bassa: si consideri che già in era antecedente all'introduzione dei farmaci anti-H2 si attestava intorno a percentuali del 3%.

Alle suddette indicazioni tradizionali sono state suggerite da alcuni Autori altre indicazioni che però non hanno riscosso unanime consenso nella comunità scientifica. L'ulcera duodenale cronica in assenza di stenosi pilorica [9-11], l'ulcera duodenale recidivante sanguinante [12], la vagotomia incompleta [13] e la vagotomia sequenziale dopo resezione laparotomica dell'antro gastrico in caso di ulcera peptica perforata complicata da peritonite diffusa [14], sono alcune di queste indicazioni.

## Strumentazione

La strumentazione si compone essenzialmente di:

- quattro trocar di 5,5 mm di diametro, a punta smussa per chirurgia toracoscopica
- una pinza fenestrata atraumatica di 5 mm/diametro per la presa dei visceri
- una pinza fenestrata atraumatica di 5 mm/diametro da adibire a portatampone (divaricazione), o, in alternativa, un tampone dissettore laparoscopico da 5 mm/diametro
- un divaricatore da 5 mm/diametro
- una pinza dissettore da 5 mm/diametro
- un manipolo Ultracision Harmonic Scalpel (Ethicon Endosurgery) da 5,5 mm/diametro o in alternativa, un uncino coagulatore monopolare
- una cannula aspiratore da 5 mm/diametro

## Preparazione del paziente

Dopo la preanestesia e, praticata una terapia antibiotica profilattica "short term", il paziente viene posto in posizione supina sul lettino operatorio. L'anestesista procede alla induzione della anestesia generale con intubazione tracheale selettiva allo sco-

po di collassare il polmone sinistro, procedendo con la ventilazione monopulmonare. Si posiziona un sondino naso-gastrico con il duplice scopo di prevenire la distensione gastrica nonché facilitare l'isolamento dell'esofago durante l'intervento. I tempi operatori, generalmente brevi, non rendono necessaria l'apposizione di un catetere vescicale.

## Posizione del paziente

Si procede, a questo punto, a posizionare il paziente in decubito laterale destro. Viene applicato un sostegno trasversale sotto la punta della scapola destra, avendo come punto di appoggio il sacro posteriormente ed anteriormente il piano condro-costale. Il braccio sinistro viene sollevato mantenendolo in leggera retropulsione per fare sporgere la scapola. È consigliabile posizionare una doccia di tessuto morbido su cui adagiare l'avambraccio del paziente, che poi verrà fissato all'archetto del tavolo operatorio. È da proscrivere qualsiasi forzatura dell'articolazione scapolo-omerale che possa causare l'insorgenza di una sintomatologia dolorosa nel postoperatorio. Il tavolo operatorio si spezza a livello degli apici scapolari e la metà inferiore del corpo è inclinata obliquamente verso il basso. In questo modo si ottiene la massima apertura degli spazi intercostali e l'abbassamento del diaframma.

## Posizione dell'équipe operatoria

Il chirurgo operatore si posiziona sempre sul lato sinistro del paziente. L'assistente si colloca sempre dal-

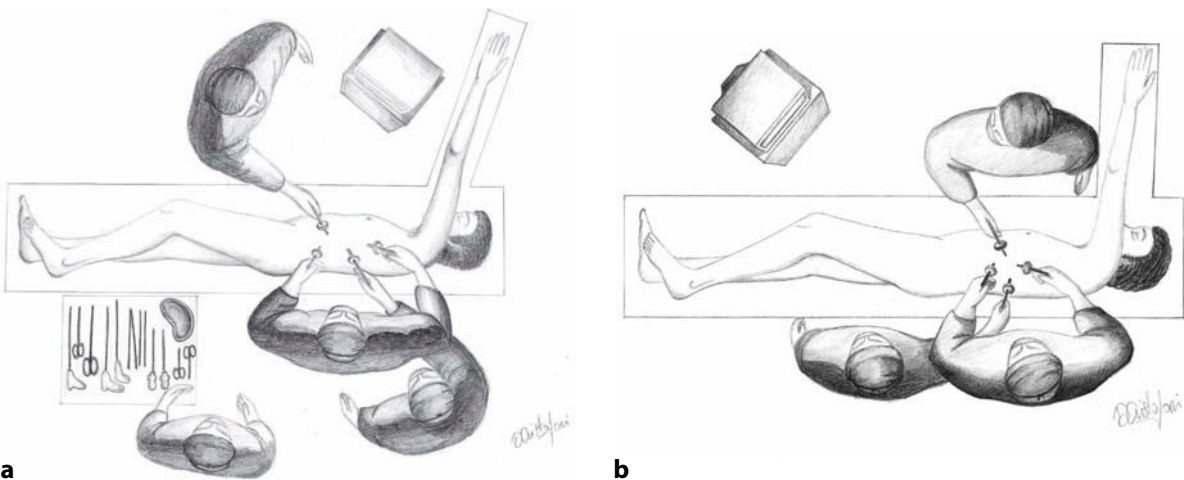
la parte opposta a quella dell'operatore. Lo strumentista a sinistra dell'operatore, ai piedi del paziente. Può variare la posizione dell'aiuto addetto alla telecamera, il quale può posizionarsi sia a destra (in posizione leggermente arretrata) che a sinistra dell'operatore, a seconda delle abitudini e della comodità. Il monitor si colloca di fronte all'operatore, o in posizione alta, in prossimità della mano sinistra, o in basso, in prossimità dei piedi (Fig. 1 a e b).

## Accessi e tecnica chirurgica



Vengono utilizzati telini sterili adesivi per delimitare il campo operatorio dopo accurata disinfezione della cute mediante soluzioni alcoliche iodate.

Una volta escluso selettivamente il polmone sinistro, si procede a posizionare il primo trocar toracico da 5,5 mm a livello del VII° spazio intercostale, sulla linea ascellare posteriore, attraverso il quale fare passare l'ottica da 5 mm, manovrata dall'aiuto addetto alla telecamera. Si procede ad una accurata esplorazione della cavità toracica e, sotto controllo visivo diretto, si inseriscono i successivi 3 trocars, tutti del diametro di 5,5 mm. Il secondo trocar si inserisce in corrispondenza dell'VIII° spazio intercostale, sulla linea ascellare media, per dare passaggio alla pinza da presa, manovrata dalla mano sinistra del chirurgo operatore. A livello del VI° spazio intercostale, sempre sulla linea ascellare media, si inserisce il terzo trocar, che darà passaggio al bisturi ad ultrasuoni o uncino monopolare, manovrati dalla mano destra dell'operatore. L'ultimo trocar viene inserito sul VII° spazio intercostale, sulla linea ascellare anteriore, per inserire il di-



**Fig. 1.** Posizioni differenti degli operatori. In particolare può variare la posizione dell'aiuto operatore e del monitor (a e b)

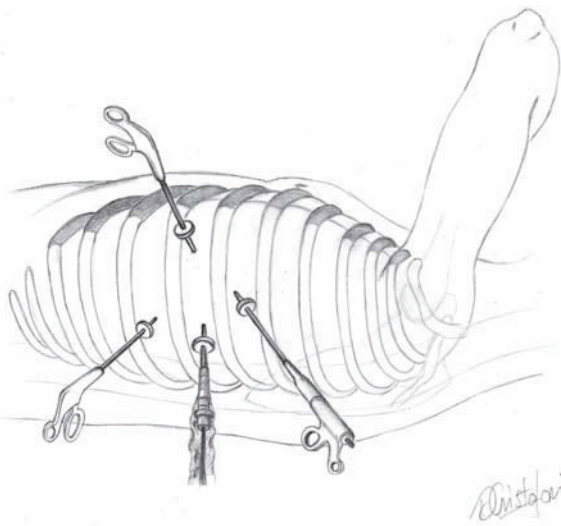
varicatore o l'aspiratore, manovrati dall'assistente posizionato di fronte all'operatore (Fig. 2).

L'esofago viene individuato ed isolato nella sua porzione sovradiaframmatica. La posizione operatoria in decubito laterale destro modifica i classici rapporti tra aorta ed esofago. L'aorta, a contatto con il rachide, si presenta superficiale, mentre l'esofago, trascinato in basso dal peso del mediastino, appare più in profondità. L'esofago va ricercato in uno spazio triangolare delimitato, in basso dal diaframma, anteriormente dal pericardio e, inferiormente, dall'aorta discendente (triangolo di Truesdale) (Fig. 3).

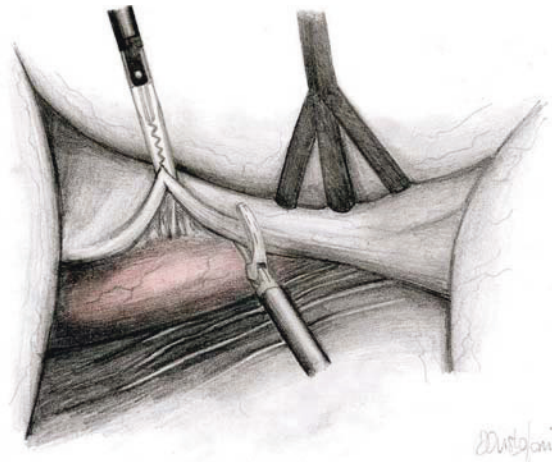
Per facilitare l'accesso all'esofago è consigliabile sezionare il legamento triangolare di sinistra, manovra

che permette il successivo spostamento verso l'alto del lobo inferiore del polmone sinistro (Fig. 4).

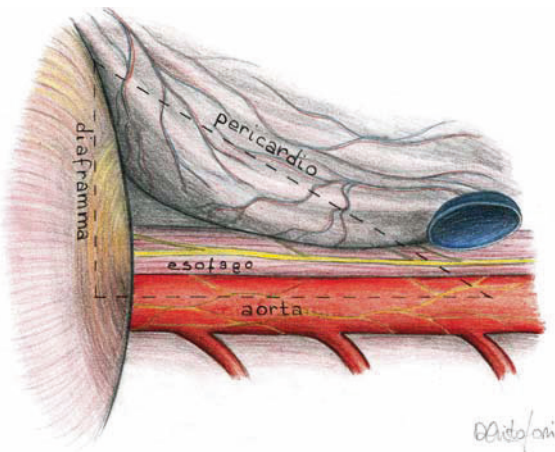
Si esegue l'apertura della pleura mediastinica inferiore sinistra, per una lunghezza di 4-5 cm. Allo scopo si può usare il bisturi ad ultrasuoni (Ultracision) o l'uncino monopolare. Il vantaggio offerto dall'utilizzo del bisturi ad ultrasuoni risiede nel fatto che lo strumento può essere utilizzato anche come pinza da dissezione, oltre a garantire una emostasi ottimale (Fig. 5). Aperta la pleura è in genere facilmente evidenziabile il nervo vago anteriore o sinistro, che appare nel suo aspetto nastriforme, di colore bianco-giallastro, adeso alla parete dell'esofago (Fig. 6). Conviene, a questo punto,



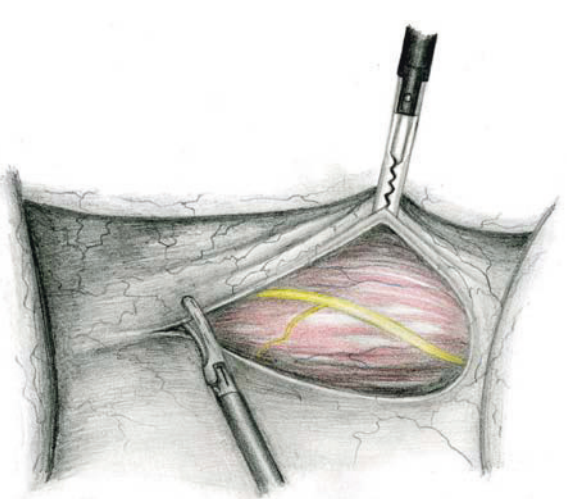
**Fig. 2.** Posizione dei trocari e dello strumentario chirurgico



**Fig. 4.** Sezione del legamento polmonare sinistro. Un divaricatore sposta in alto il pericardio mentre la pinza da presa mette in tensione il legamento polmonare che viene sezionato con bisturi ad ultrasuoni



**Fig. 3.** Triangolo di Truesdale. Repere anatomico dell'esofago toracico inferiore, è delimitato: in alto dal pericardio, in basso dal diaframma ed inferiormente dall'aorta discendente (*linea tratteggiata*)

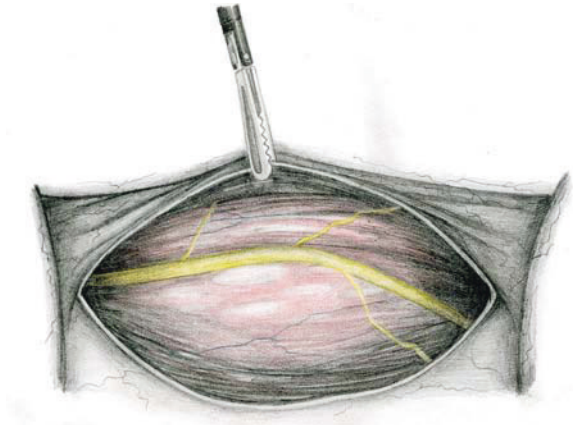


**Fig. 5.** Apertura della pleura mediastinica sinistra con bisturi ad ultrasuoni

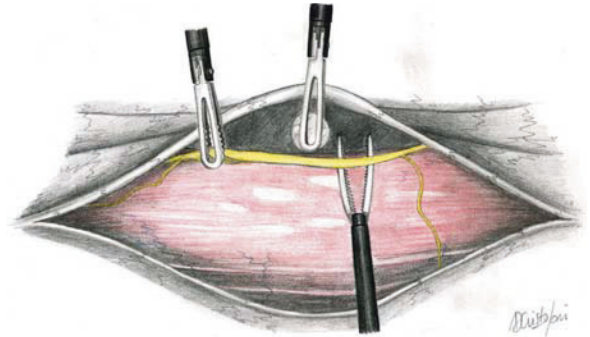
isolare l'esofago per un breve tratto, trazionandolo con la pinza da presa, manovrata dalla mano sinistra dell'operatore ed agendo per via smussa con il bisturi ad ultrasuoni o altra pinza da dissezione nella mano destra dell'operatore. Per facilitare la manovra si può montare un piccolo tampone di garza in una pinza da presa la quale sarà affidata all'assistente e con la quale si divaricherà la pleura mediastinica, precedentemente aperta, man mano che procederà la dissezione dell'esofago (Fig. 7).

La mobilizzazione completa dell'esofago permetterà di evidenziare il nervo vago posteriore o destro che decorre accollato alla parete esofagea destra, in stretto contatto con la pleura mediastinica destra (Fig. 8). È questa la fase più delicata dell'intervento, in cui è consigliabile agire con molta cautela ed attenzione per non causare lesioni all'esofago o lacerazioni della pleura mediastinica destra. Una volta isolato l'esofago ed evidenziati i nervi vaghi, si passa alla sezione degli stessi. Tenendo

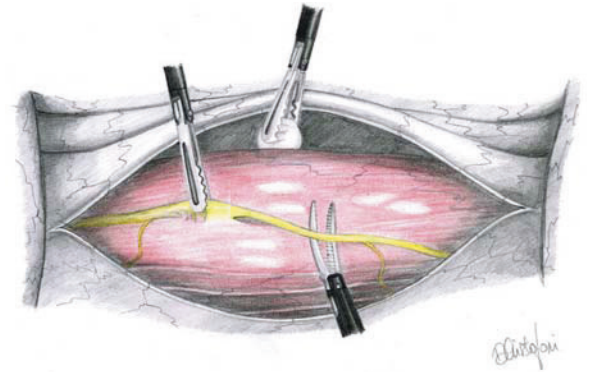
fermo l'esofago con la pinza da presa, si isola il nervo vago scollandolo dalla parete esofagea, usando una pinza dissettore (Fig. 9). La sezione del nervo si esegue con bisturi ad ultrasuoni o uncino monopolare, avendo l'accortezza di sezionare un segmento di nervo della lunghezza di circa 0,5 cm, che poi verrà inviato per l'esame istologico (Fig. 10). Si



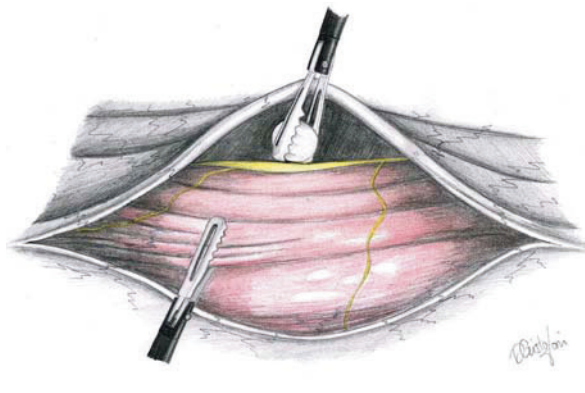
**Fig. 6.** Aperta la pleura mediastinica sinistra appare ben evidente il tronco del nervo vago sinistro o anteriore



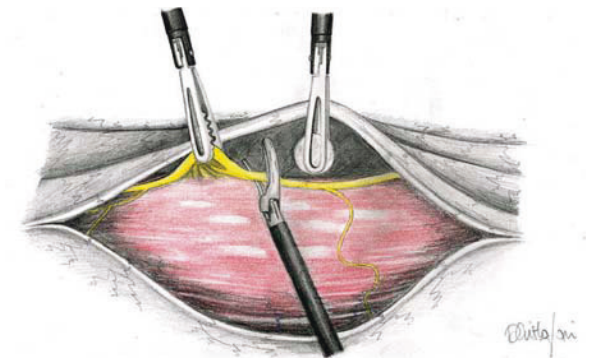
**Fig. 8.** Mobilizzato l'esofago è possibile individuare il nervo vago destro o posteriore che verrà poi scollato dalla parete esofagea con l'ausilio di un dissettore endoscopico



**Fig. 9.** Preparazione del nervo vago sinistro



**Fig. 7.** Mobilizzazione dell'esofago: una pinza da presa atraumatica trazione l'esofago verso l'alto mentre col tampone si scolla lo stesso esofago dai tessuti circostanti



**Fig. 10.** Sezione del nervo vago destro mediante bisturi ad ultrasuoni

sezionano, in successione, il nervo vago sinistro e, quindi, il vago destro. Se l'isolamento e la mobilizzazione dell'esofago sono stati completi, la sezione di quest'ultimo, in genere, non pone grosse difficoltà. È buona norma, sezionati i nervi vaghi, ricercare anche eventuali rami accessori, che possono avere un decorso anomalo e che debbono comunque essere sempre sezionati per evitare insuccessi.

Sezionati i vaghi si controlla e perfeziona l'emostasi, qualora si ritenesse necessario, aiutandosi con il bisturi ad ultrasuoni e con l'aspiratore. Si appone temporaneamente un drenaggio toracico facendolo passare attraverso il trocar nell'VIII° spazio intercostale, e collegandolo con un sistema a valvola ad acqua. L'anestesista procede alla riespansione del polmone sinistro. Una volta controllata la tenuta aerea a polmone espanso il drenaggio può essere subito rimosso o tenuto per 24 ore. Al termine dell'intervento si estraggono i trocars e si suturano le minincisioni sulla parete. Non è in genere necessaria, considerato il limitato diametro dei trocars, alcuna infiltrazione degli spazi intercostali con anestetico locale, per diminuire il dolore nell'immediato postoperatorio.

## Risultati

La durata media dell'intervento è stimata intorno ai 40 minuti, con estremi che variano dai 30 ai 115 minuti [11]. I tempi di ospedalizzazione registrano una media di 4,6 giorni, che tendono a diminuire con l'acquisizione di abilità ed esperienza da parte dell'operatore [11].

Il paziente può deambulare tranquillamente già dalla prima giornata postoperatoria e riprendere l'alimentazione a distanza media di 1,6 giorni di decorso postoperatorio. Non si registra, in genere morbilità e mortalità postoperatoria. L'inconveniente più spesso occorso in fase intraoperatoria è stata la lesione della pleura mediastinica destra durante le manovre per l'isolamento del nervo vago destro. In genere questa complicazione non richiede alcun drenaggio pleurico [15].

Le sequele postoperatorie sono comuni a tutte le vagotomie e consistono nella possibile comparsa di episodi di diarrea e turbe dello svuotamento gastrico. Questi sintomi sono comunque del tutto temporanei e beneficiano del trattamento medico con farmaci procinetici.

I risultati a distanza sono ottimi, con una frequenza di recidiva ulcerosa a 5 e a 10 anni rispettivamente del 5,6 e 7% [16].

## Conclusioni

La vagotomia tronculare toracoscopia può essere considerata una metodica sicura, rapida ed efficace. Grazie alla sua semplicità e all'essere "chirurgo indipendente", rappresenta una procedura che può essere eseguita in poco tempo, che espone ad un basso rischio di esecuzione di una vagotomia incompleta e con bassa incidenza di recidiva di malattia. È capace, inoltre, di offrire tutti i benefici propri della chirurgia mininvasiva: minor dolore postoperatorio, minore tempo di ospedalizzazione, minore consumo di farmaci, migliore risultato estetico e più rapida ripresa della attività lavorativa [17, 18].

## Bibliografia

1. Bailey RW, Zucker KA, Flowers JL (1996) Vagotomia In: Ballantyne G, Leahy PF, Modlin I (eds). *Chirurgia laparoscopica*. Verduci Editore Roma, pp 395-409
2. Uffreduzzi O, Dogliotti AM (1952) Vagotomia. In: Uffreduzzi O, Dogliotti AM. *Tecnica Operatoria*. UTET Torino, pp 124-131
3. Dragstedt LR (1959) Resezione transtoracica supraddiaphragmatica del vago. In: Madden J (ed). *Atlante di tecnica chirurgica*. Casa Editrice Macri Firenze, pp 210-216
4. Alexiu O, Furtunescu B, Pacescu E (1970) Vagotomie par voie thoracique. In: Alexiu O, Furtunescu B, Pacescu E (eds). *Les vagotomies*. Masson & Cie Parigi, pp 76-77
5. Schreiber HW (1977) Vagotomia per via toracica. In: Baumgartl F, Kremer K, Schreiber HW (eds). *Chirurgia gastrointestinale*. Piccin Padova, pp 294-297
6. Croce E, Olmi S (1999) Vagotomia tronculare. In: Di Falco G (ed). *Videotoracoscopia*. Indicazioni e tecniche chirurgiche. Masson Milano, pp 159-161
7. Quenu J, Perrotin J (1960) Vagotomie double par voie thoracique. In: Quenu J, Perrotin J (eds). *Traité de technique chirurgicale*. Masson & Cie Editeurs Parigi, pp 522-525
8. Devin R, Carcassonne M, Inglesakis J (1968) Place de la vagotomie dans la chirurgie des ulcères anastomotiques. In: Devin J, Lataste J, Maillet P (eds). *Nouveau traité de technique chirurgicale*. Masson & Cie Parigi, pp 365-368
9. Avtan L, Ozmen V, Avci C et al (1997) Video endoscopic truncal vagotomies without gastric drainage. *Surg Laparosc Endosc* 7:439-444
10. Andreu JM, Tardat E, Balandraud P et al (1999) Truncal vagotomy using videotoracoscopia without gastric drainage. A prospective study of 250 cases surgically treated in Senegal. *Chirurgie* 124:406-411
11. Champault G, Belhassen A, Rizk N et al (1993) Duodenal ulcer: value of truncal vagotomy through thoracoscopy. *Ann. Chir* 47:240-243
12. Yau MP, Lin CC, Mo LR (1994) Treatment of bleeding peptic ulcer by bilateral truncal vagotomy via a transpleural thoracoscopic approach and laparoscopic pyloromyotomy. *Hepatogastroenterology* 41:529-532
13. Schuricht AL, Gowen GF, Azurin DJ (1997) Thoracoscopic vagotomy as a safe adjunct to remedial gastric surgery. *Am Surg* 63:540-542

14. Axford TC, Clair DG, Bertagnolli MM et al (1993) Staged antrectomy and thoracoscopic truncal vagotomy for perforated peptic ulcer disease. *Ann Thorac Surg* 55:1571-1573
15. Dubois F (1994) Vagotomies. Laparoscopic or Thoracoscopic Approach. *End Surg* 2:100-104
16. O'Leary JP, Woodward ER, Hollembeck LI et al (1976) Vagotomy and drainage procedure for duodenal ulcer: 17 years experience. *Ann Surg* 183:614-617
17. Croce E, Olmi S, Russo R et al (1999) Peptic ulcer disease and thoracoscopic left truncal vagotomy. *JSL* 3:203-207
18. Gullà P, Tassi A, Cirocchi R et al (2001) Thoracoscopic truncal vagotomy. *J Cardiovasc Surg* 41:941-943

## Premesse

La chirurgia videoassistita del diaframma rappresenta una naturale evoluzione della videotoroscopia, volta a superare le difficoltà tecniche di quest'ultima; questa metodica si pone come compromesso tra la videotoroscopia e la toracotomia tradizionale: in questo modo il chirurgo ha la possibilità di compiere manovre chirurgiche altrimenti di difficile esecuzione col solo accesso toracoscopico, godendo di un'ottima visione del campo operatorio e dei recessi diaframmatici (visione diretta tramite la minitoracotomia, indiretta tramite il toroscopia) e, allo stesso tempo sfugge agli inconvenienti derivanti da un'incisione toracotomica standard. L'applicazione della tecnica videoassistita per il trattamento delle patologie chirurgiche del diaframma è del tutto recente: solo nell'ultimo decennio, questa metodica ha trovato indicazione soprattutto in campo pediatrico e traumatologico, essendo divenuta un'eccellente metodica per il trattamento chirurgico della relaxatio ed eventratio diaframmatica e delle ernie post traumatiche, con lacerazione del muscolo.

## Caratteri nosologici

L'eventratio diaframmatica (propriamente detta) è definita come un'anomalia congenita, caratterizzata da permanente elevazione dell'emidiaframma, che appare come una sottile lamina aponeurotica, senza interruzione dei foglietti pleurico e peritoneale, e con inserzioni muscolari normali.

La relaxatio è una condizione acquisita consistente in una perdita del tono del diaframma secondaria a lesioni del nervo frenico (gli anglosassoni parlano di paralysis). Essa si caratterizza per atrofia e progressiva distensione del diaframma: può essere legata a lesioni del nervo frenico per trazioni al momento della nascita o secondarie a lesioni neurologiche (sindrome di Charcot-Marie) o iatrogene da elettrocoagulazione, da ghiaccio o da dissezione, specie in corso di cardiocirurgia. Spesso tuttavia l'eziologia rimane sconosciuta an-

che quando l'elettromiografia evidenzia il danno al nervo frenico [1].

L'incidenza delle lesioni iatrogene in cardiocirurgia non è nota negli adulti, anche perché questi spesso rimangono asintomatici; nei bambini è tra il 1.5-10% [1, 2].

La diagnosi è fatta mediante l'esame clinico, la radiografia del torace e la TC toraco addominale, per escludere infiltrazioni neoplastiche del nervo frenico (di origine cervicale, mediastinica, polmonare), e per escludere malattie subdiaframmatiche (ascessi, sindrome di Chilaiditi-interposizione tra fegato e diaframma di un segmento colico [3].

In seguito alla paralisi, il diaframma si innalza e acquista un movimento paradossale, impedendo l'espansione del lobo inferiore omolaterale, e in alcuni casi anche il rimanente parenchima polmonare: la perdita della fisiologica mobilità del diaframma altera la dinamica respiratoria [4] e, sebbene molti pazienti rimangano asintomatici, altri possono variabilmente presentare: dispnea (che peggiora in posizione supina) [5], dolore toracico (spontaneo o provocato dalla flessione), infezioni respiratorie ricorrenti, aritmie cardiache e dispepsia.

Altri ancora, inizialmente asintomatici, possono slatentizzare un'eventratio in seguito al peggioramento delle loro condizioni di base che aumentano la pressione endoaddominale (obesità, BPCO).

Dalla letteratura risulta che i pazienti sintomatici traggono beneficio dalla plicatura diaframmatica chirurgica, che nella maggior parte dei casi è stata confezionata mediante accesso chirurgico toracotomico posterolaterale. Oggi tuttavia sono documentabili i vantaggi della plicatura diaframmatica anche in toroscopia [6]; la presenza però di alcune difficoltà tecniche come il raggiungimento di una tensione adeguata della rima di sutura in continua, ha incoraggiato una metodica videoassistita con l'ausilio di una minitoracotomia accessoria di pochi cm [3, 7].

In un recente studio sono stati valutati i risultati di questa tecnica per la riparazione dell'eventratio diaframmatica: in 12 pazienti adulti sottoposti a VATS con due accessi toracoscopici ed una minitoracotomia di 4 cm è stata confezionata una pli-

catura del diaframma mediante una duplice sutura in continua a partire dall'angolo cardiofrenico. Dal follow up eseguito a distanza di 3, 6 e 12 mesi, (durante i quali sono stati valutati gli aspetti clinici, radiologici, e la funzione respiratoria) è emerso che i risultati erano molto simili a quelli ottenuti con chirurgia tradizionale: si è potuto così attestare la semplicità della tecnica, la sua efficacia e la bassa morbilità ad essa correlata [3].

## Indicazioni alla chirurgia

Mouroux et al. ritengono che in assenza di sintomi clinici o in caso di secondarietà neoplastica non ci sia indicazione chirurgica. Questa deve essere valutata sulla base della presentazione clinica e della durata di tempo dall'inizio dei sintomi.

Se il paziente è sintomatico e l'*eventratio/relaxatio* è stata monitorata per più di 2 anni, è generalmente indicata la chirurgia: l'intervento verrà pianificato quando le condizioni cliniche saranno completamente stabili. Se il paziente è sintomatico, ma l'*eventratio* è recente, è consigliabile un periodo di osservazione (18-24 mesi) prima di intervenire chirurgicamente: durante questo periodo vengono praticate sedute di fisioterapia per il ripristino della funzionalità respiratoria.

Infine, se dalla storia clinica il paziente risulta asintomatico (o paucisintomatico), si dovrebbero eseguire stretti controlli per la ricerca dei segni che possono indicare un repentino deterioramento della funzione respiratoria e quindi la necessità di un intervento [3, 7].

Un discorso analogo può essere affrontato per le *ernie da rottura post-traumatica del diaframma*. Un trauma toracico o toraco-addominale chiuso o aperto, con meccanismi fisiopatologici diversi (trazione, taglio, scoppio) può generare una lacerazione del diaframma, con erniazione dei visceri addominali in cavo pleurico (ernia diaframmatica); si stima che l'incidenza di ernia diaframmatica nei traumi chiusi sia dello 0,8-1,6% dei casi, mentre nei traumi penetranti sale al 10-15%.

La causa più frequente di lacerazione diaframmatica è rappresentata dai traumi stradali [8], tuttavia possono verificarsi anche lesioni iatrogene (in corso di posizionamento di drenaggio toracico o in corso di chirurgia esofagea).

L'erniazione può risultare asintomatica, altre volte può presentarsi con un ampio spettro di manifestazioni cliniche variabili da turbe cardiorespiratorie (dispnea, cianosi, tachicardia, infezioni ricorrenti), gastrointestinali (dispepsia, episodi sbocclusivi) fino a quadri di vera emergenza qua-

li insufficienza respiratoria acuta, rotazioni da volo o strozzatura erniaria con occlusione intestinale e perforazione.

In caso di assenza di sintomatologia clinica, è conveniente limitarsi alla stretta osservazione del paziente, in attesa di programmare l'intervento; in caso di presenza di sintomatologia è possibile eseguire, dopo avere stabilizzato clinicamente il paziente, un intervento chirurgico di confezionamento di plastica diaframmatica.

Ovviamente per le emergenze è prevista la chirurgia del caso associata alla plastica diaframmatica. In alcuni traumi toraco-addominali gravi, con lesioni viscerali multiple, l'evenienza di ernie voluminose che dislocano il cuore ed impediscono la ventilazione è presente: in questi casi la riduzione dell'ernia e la riparazione del diaframma hanno la priorità sugli altri interventi.

L'approccio chirurgico alle ernie diaframmatiche può essere diverso, a seconda del tipo di trauma e delle condizioni cliniche del paziente: sono noti gli interventi per via laparotomica (che di solito è la via preferita in prima istanza) o per via toracotomica standard (accesso di scelta negli interventi non in urgenza): attualmente si può applicare la chirurgia con metodica videoassistita, la cui tecnica riprende in grandi linee quella già descritta per l'*eventratio*.

Un altro utilizzo di questa metodica è quello per la *diagnosi dei tumori primitivi del polmone che infiltrano il diaframma*. Si tratta di un'evenienza poco frequente (meno dello 0,5% dei pazienti resecati) [9], ma importante in quanto è stato dimostrato che la profondità di infiltrazione diaframmatica ha impatto sulla sopravvivenza [10]. È una situazione raramente diagnosticata preoperatoriamente, essendo perlopiù un'evenienza intraoperatoria: pertanto quando si sospetta una situazione del genere sarebbe corretto eseguire ulteriori indagini: ciò può essere fatto sia con metodiche di imaging (MRI), che chirurgiche.

In questa fase la VATS associata o meno a minitoracotomia, soprattutto per il saggio delle stazioni linfonodali mediastiniche, assume un ruolo importante: la eventuale positività neoplastica dei prelievi linfonodali cambierebbe la strategia terapeutica, imponendo un trattamento neoadiuvante [9, 11].

## Accessi e tecnica chirurgica



### *Plicatura di eventratio/relaxatio diaframmatica*

Uno degli interventi più frequenti nella patologia del diaframma è rappresentato dalla plicatura in corso di *eventratio/relaxatio diaframmatica*.

Il primo caso di eventratio diaframmatica è stato diagnosticato da Petit nel 1774, mentre la prima riparazione chirurgica è stata eseguita da Morrison nel 1923 [12].

Varie tecniche chirurgiche sono state proposte (plicatura, excision and suture, plastica a punti staccati, posizionamento di protesi). La plicatura diaframmatica per via toracotomica è la più frequente, in quanto gode di bassa morbilità e assenza di mortalità.

La tecnica videoassistita descritta da Mouroux et al. [3] prevede un intervento eseguito in anestesia generale con intubazione endotracheale a doppio lume, a paziente in decubito laterale come per l'accesso posterolaterale standard. Vengono praticati due accessi (di 5-10 mm a seconda dell'esperienza del chirurgo) al V spazio intercostale lungo la linea ascellare posteriore per l'introduzione dell'ottica, e sulla linea mammillare per l'introduzione di strumenti operatori (grasper). Si esegue poi una minitoracotomia al IX spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore. Dall'accesso toracoscopico anteriore si introduce una pinza da presa allo scopo di ridurre in addome l'apice della eventratio, generando così una plica trasversale a partenza dall'angolo cardiofrenico, che verrà suturata mediante sutura in continua a doppio strato con materiale non riassorbibile, a cominciare dall'estremità del diaframma più vicina alla minitoracotomia.

La prima sutura in continua, quella superficiale, viene eseguita per evitare danno agli organi addominali: raggiunto l'angolo cardiofrenico la sutura viene legata e al tempo viene rimossa l'endograsp che comprime il diaframma verso il basso.

Successivamente si confeziona una sutura di ritorno lungo lo stesso asse della prima. Durante il posizionamento di questi ultimi punti, l'assistente mantiene in tensione la rima di sutura, usando strumenti introdotti attraverso l'accesso toracoscopico posteriore: la tensione applicata in questa maniera permette di esporre i margini della piega per essere suturati.

Si posiziona infine un unico tubo di drenaggio attraverso la porta toracoscopica anteriore.

Elemento chiave della tecnica è rappresentato dalla minitoracotomia che consente di mettere in trazione la rima di sutura.

Altri autori hanno proposto la sutura in monofilamento (polypropilene 2/0) dal recesso costofrenico anterolaterale al posteromediale tenendo la sutura in tensione: ciò è possibile grazie alla creazione di un uncino in acciaio che, posizionato al di fuori dell'accesso minitoracotomico, tende la sutura. Con questa variante gli autori hanno rimosso il tubo di drenaggio in prima giornata e la dimissione è avvenuta in quarta giornata [3, 7].

Secondo la tecnica di Lai [13] la plicatura dell'emidiaframma può essere realizzata attraverso una minitoracotomia, con l'ausilio di una luce proveniente da un toracoscopio posizionato posteriormente nel triangolo auscultatorio: l'osservazione videotoracoscopica è utilizzata occasionalmente, solo quando la visione posteromediale dell'emidiaframma è oscurata. Anche in questo caso la trazione sulla sutura continua può essere applicata facilmente attraverso la minitoracotomia.

La minitoracotomia laterale di 7 cm è effettuata a livello del processo xifoideo, posteriormente al capezzolo.

Un piccolo retrattore toracico come il Tuffier è inserito nello spazio intercostale: così l'elevazione dell'emidiaframma è direttamente visibile attraverso la minitoracotomia laterale.

Un accesso da 10-mm è praticato nel triangolo auscultatorio ed un'ottica da 0 gradi è inserita in cavità pleurica posteriormente.

Il diaframma nel recesso costofrenico anterolaterale è facilmente accessibile al chirurgo, essendo direttamente visibile attraverso la minitoracotomia, e questo è il punto ideale per incominciare la plicatura.

Il recesso costofrenico posteromediale è oscurato inizialmente dalla cupola del diaframma sopraelevata, ma gradualmente viene portato in vista con l'appiattimento del diaframma dovuta alla progressiva plicatura.

L'ottica toracoscopica posteriore serve pertanto a due scopi: in primo luogo, illumina la cavità pleurica, consentendo la sutura attraverso la minitoracotomia ed in secondo luogo, offre osservazione indiretta quando il recesso costofrenico posteromediale è oscurato.

Il diaframma è progressivamente plicato con successive suture in continua in monofilamento, tra il recesso costofrenico anterolaterale in prossimità del margine anteriore della toracotomia ed il recesso costofrenico posteromediale.

Durante la plicatura, l'assistente mantiene in tensione la sutura applicando una trazione attraverso la minitoracotomia.

Anche in questo caso si inserisce un unico drenaggio toracico rimosso in prima giornata.

La durata dell'intervento è in media 55 min., non è necessaria analgesia epidurale.

Anche nell'esperienza di Lai la dimissione è avvenuta in quarta giornata.

Per l'adulto sintomatico con dispnea persistente, la plicatura dell'emidiaframma può offrire un miglioramento soggettivo ed obiettivo della funzione respiratoria [13].

I vantaggi sono dati dalla riduzione di richiesta di analgesia, dai minori inestetismi post chirurgica,

dalla massima conservazione di muscoli intercostali, fondamentali per la respirazione in assenza di una normale funzione diaframmatica, ed infine da minori costi di gestione con un tempo di dimissione ridotto.

Metodiche puramente toracoscopiche per la plicatio diaframmatica sono state riportate, ma sono risultate tecnicamente più difficili [7].

Alcuni autori hanno valutato i benefici derivanti dalla tecnica solo toracoscopica, tenendo conto del dolore, della funzionalità respiratoria, dei risultati estetici e dalla morbilità [1, 14].

Quando la plicatio è stata effettuata mediante toracotomia, il raggiungimento dei benefici è stato rallentato dalla perdita di funzionalità respiratoria dovuta al dolore toracico della toracotomia. Invece con la tecnica toracoscopica i benefici si sono dimostrati immediati (con alcune dimissioni in 24 ore) [1].

Con una minitoracotomia e l'ausilio del toracoscopio, la maggior parte del diaframma può essere vista agevolmente e la plastica può essere confezionata in visione tridimensionale e rapidamente, mentre la tensione della sutura diaframmatica può essere mantenuta attraverso la ferita minitoracotomica.

La tecnica di minitoracotomia per la plicatura diaframmatica con assistenza del toracoscopio pertanto riesce a combinare i vantaggi della procedura standard e di quella toracoscopia [13].

### Plastica di ernia diaframmatica post-traumatica



L'ernia diaframmatica post-traumatica rappresenta un'altra possibile indicazione ad un trattamento riparativo in minitoracotomia videoassistita.

La tecnica della plastica con approccio mininvasivo è stata utilizzata anche presso l'Istituto di Clinica Chirurgica dell'Azienda-Ospedaliera Universitaria di Ferrara, dove sono stati trattati tre pazienti affetti da ernia diaframmatica post-traumatica di vecchia data (due destre ed una sinistra eseguite nell'ultimo quinquennio).

La tecnica ripercorre i tempi operatori precedentemente descritti per la plicatura diaframmatica per eventratio/relaxatio e prevede due mini incisioni per l'introduzione del toracoscopio da 10mm a 0° e di Endograsp, a cui si associa una minitoracotomia di servizio di circa 5 cm eseguita in sede laterale in genere a livello del VI-VII spazio intercostale (Fig 1).

Il primo tempo dell'intervento è caratterizzato dall'attenta individuazione dei margini del diaframma e la loro "cattura" mediante l'utilizzo del-

l'Endograsp; successivamente si procede al confezionamento della plastica mediante sutura diretta dei lembi diaframmatici a punti staccati in Dexon 1: questi vengono passati attraverso la minitoracotomia, a partire dall'angolo più distale della sezione ma legati solo alla fine per evitare che l'iniziale chiusura della sutura possa nascondere i visceri sottostanti ed impedire così il passaggio in sicurezza dei punti successivi. L'assistenza dell'ottica permette di avere una visione magnificante diretta, ma al tempo stesso rappresenta una fonte luminosa per la visione dei recessi più scuri. L'intervento viene completato col posizionamento di un singolo drenaggio toracico (Tab. 1).

Con questa tecnica è stato garantito un minor traumatismo chirurgico e si è ottenuto un più fa-



**Fig. 1.** Plastica di ernia diaframmatica post-traumatica con tecnica videoassistita: aspetto al termine della chiusura chirurgica

**Tabella 1.** Plastica di ernia diaframmatica post-traumatica con approccio videoassistito. Tecnica step by step

1. Introduzione del toracoscopio da 10 mm a 0° e di Endograsp, attraverso due mini incisioni, a cui si associa una minitoracotomia di servizio di circa 5cm in sede laterale, a livello del VI spazio intercostale;
2. Esplorazione del cavo pleurico, ricerca della lesione diaframmatica, individuazione dei margini del diaframma e loro "cattura" mediante l'utilizzo dell'Endograsp;
3. Confezionamento di plastica diaframmatica mediante sutura a punti staccati in Dexon 1 dei lembi diaframmatici, passati attraverso la minitoracotomia, a partire dall'angolo più distale della sezione;
4. Legatura dei punti precedentemente passati, attraverso la minitoracotomia o per via strumentale tramite gli accessi toracoscopici;
5. Posizionamento di singolo tubo di drenaggio

cile controllo del dolore, migliorando pertanto anche il periodo postoperatorio. Al tempo stesso è stata inoltre realizzata la correzione della lesione diaframmatica con una tenuta sovrapponibile a quella con tecnica open.

## Bibliografia

1. Hines MH (2003) Video-assisted diaphragmatic plication in children. *Ann Thorac Surg* 76:234-236
2. Mearns AJ (1997) Iatrogenic injury to the phrenic nerve in infants and young children. *Br J Surg* 64: 558-560
3. Mouroux J, Venissac N, Leo F et al (2005) Surgical treatment of diaphragmatic eventration using video-assisted thoracic surgery: A Prospective Study. *Ann Thorac Surg* 79:308-312
4. Tonz M, Von Seggesser LK, Mihajevic T et al (1996) Clinical implication of phrenic nerve injury after pediatric cardiac surgery. *J. Pediatr Surg* 31:1265-1267
5. Clague HW, Hall DR (1979) Effect of posture on lung volume airway closure and gas exchange in hemidiaphragmatic paralysis. *Thorax* 34:523-526
6. Hwang Z, Shin JS, Cho YH et al (2003) A simple technique for the thoracoscopic plication of the diaphragm. *Chest* 124:376-378
7. Mouroux J, Padovani B, Poirier NC (1996) Technique for the repair of diaphragmatic eventration. *Ann Thorac Surg* 62:905-907
8. Shah R, Sabanathan S, Mearns AJ et al (1995) Traumatic rupture of diaphragm. *Ann Thorac Surg* 60:1444-1449
9. Rocco G, Rendina EA, Meroni A et al (1999) Prognostic factors after surgical treatment of lung cancer invading the diaphragm. *Ann Thorac Surg* 68:2065-2068
10. Yokoi K, Tsuchiya R, Mori T, et al (2000) Result of surgical treatment of lung cancer invading the diaphragm. *J Thorac Cardiovasc Surg* 120:799-805
11. Riquet M, Porte H, Chapelier A, et al (2000) Resection of lung cancer invading the diaphragm. *J Thorac Cardiovasc Surg* 120:417-418
12. Morrison JMW (1923) Eventration of diaphragm due to unilateral phrenic nerve paralysis. *Arch Radiol Electrotherap* 28:72-75
13. Lai DT, Paterson HS (1999) Mini-thoracotomy for diaphragmatic plication with thoracoscopic assistance. *Ann Thorac Surg* 68:2364-2365
14. Lewis RJ, Caccavale RJ, Sisler GE et al (1992) One hundred consecutive patients undergoing video-assisted thoracic operation. *Ann Thorac Surg* 54:421-426

## Premesse

La patologia del pericardio è rappresentata essenzialmente dai versamenti acuti e cronici e dalla pericardite costrittiva. Mentre quest'ultima nella sua fase conclamata risulta riservata alla chirurgia convenzionale, i versamenti pericardici possono rendere ragione di un approccio mininvasivo videoassistito.

Il trattamento dei versamenti pericardici si diversifica in ragione del quadro clinico-evolutivo. Le forme ad insorgenza acuta non sono quasi mai inizialmente chirurgiche, venendo il più delle volte controllate con la terapia medica, la pericardiocentesi, il drenaggio pericardico transcutaneo. Nelle forme croniche spesso viene richiesto l'intervento del chirurgo che dispone di una vasta scelta di interventi, che vanno dal semplice drenaggio pericardico sottoxifoideo alla pericardiostomia sottoxifoidea fino alla pericardiectomia in toracotomia o in sternotomia mediana. Oggi, grazie allo sviluppo delle tecniche videoendoscopiche, è possibile gestire con efficacia questo tipo di patologia senza ricorrere agli accessi invasivi della chirurgia "open". L'approccio sottoxifoideo classico è stato successivamente perfezionato grazie al concorso dell'endoscopia rigida o flessibile (pericardioscopia), fino all'utilizzo del videoendoscopia (videopericardioscopia o VPC, eseguita per la prima volta da Barbosa e coll. nel 1991) [1].

L'approccio VATS in corso di versamento pericardico è stato proposto per la prima volta nel 1993 da Mack e coll. [2, 3]. La videotoracoscopia permette un'ottima visione del pericardio, sia dal lato destro che da quello sinistro, consente l'esecuzione di biopsie mirate ed il confezionamento di un'ampia finestra pericardica. Per tali motivi risulta una tecnica risolutiva in un'alta percentuale di casi, sia dal punto di vista diagnostico che terapeutico. Rispetto all'approccio sottoxifoideo, quello videotoracoscopico presenta indubbi vantaggi ma anche qualche svantaggio. Le due metodiche pertanto sono caratterizzate da indicazioni non sempre sovrapponibili.

Il dato di maggior rilievo è comunque rappresentato dal fatto che con entrambe queste tecniche

mininvasive sia possibile trattare la maggior parte dei versamenti pericardici cronici lasciando alla chirurgia convenzionale un ruolo non più prioritario.

## Indicazioni

Il trattamento chirurgico dei versamenti pericardici cronici assume una doppia valenza, diagnostica e terapeutica. Dal punto di vista diagnostico è possibile eseguire biopsie e prelievi di liquido pericardico ad uso citoistologico, microbiologico, fisico-chimico. Dal punto di vista terapeutico l'intervento consente il miglioramento delle condizioni emodinamiche grazie all'evacuazione del versamento e riduce il rischio di recidiva procedendo all'esecuzione di una finestra pericardica.

Le indicazioni alla videotoracoscopia sono rappresentate soprattutto dai versamenti pericardici cronici, senza i caratteri dell'urgenza ed emodinamicamente stabili. La tipologia dei versamenti trattati comprende quelli:

- Neoplastici [2, 4, 5]
- Uremici [6]
- Da malattie autoimmuni [7, 8]
- Batterici [2]
- Tubercolari [9]
- Successivi a chirurgia a cuore aperto [2, 10, 11]
- Chilosi [12-14]
- Post-attinici [2]
- Idiopatici [15]
- Post-traumatici [16, 17].

I pazienti da trattare in VATS dovranno essere accuratamente selezionati, ed in particolare dovranno essere portatori di uno dei seguenti quadri:

- Versamento pericardico con patologia polmonare, pleurica o mediastinica associata. In questa evenienza l'approccio videotoracoscopico consente l'esecuzione di biopsie anche in compartimenti extrapericardici che non è possibile effettuare con l'approccio sottoxifoideo [4, 18-20].
- Versamento pericardico saccato o pluriconca-merato [18].

- Versamento recidivo dopo drenaggio percutaneo o finestra sottotifoidea [18, 21].
- Pericardite essudativa ad iniziale evoluzione costrittiva in cui sia necessario eseguire una pericardiectomia parziale bilaterale nella medesima seduta operatoria [19].

Le controindicazioni al trattamento VATS dei versamenti pericardici sono fornite essenzialmente da:

- patologia con breve spettanza di vita [2, 4, 22],
- incapacità a tollerare la narcosi e la ventilazione monopolmonare [4, 5, 23],
- instabilità del quadro emodinamico da pre-tamponamento o tamponamento in atto [20].

L'accesso VATS rispetto a quello sottotifoideo garantisce sicuramente un'esposizione pericardica migliore, la possibilità di biopsie mirate a pericardio ma anche a strutture endotoraciche differenti, l'esecuzione di una pericardiectomia parziale per ottenere un'ampia finestra pericardio-pleurica.

Per contro l'accesso sottotifoideo non necessita di ventilazione monopolmonare e può essere eseguito anche a pazienti in condizioni respiratorie ed emodinamiche critiche (Tab. 1).

Altre indicazioni all'accesso VATS sono rappresentate da:

- pneumopericardio post-traumatico ipertensivo [24],
- diverticoli del pericardio [25],
- videopericardioscopia come tempo ulteriore di una videotoroscopia esplorativa (VOS). Viene utilizzata come indagine preliminare alla fase exeretica in corso di cancro del polmone e volta a definire l'operabilità di neoplasie a localizzazione ilare con sospetto interessamento vascolare intrapericardico. La metodica, che viene trattata estesamente in un Capitolo dedicato, garantendo un'agevole esplorazione della cavità pericardica e delle porzioni intrapericardiche dei vasi polmonari, della vena cava superiore, dell'aorta permette di stabilire il grado e l'estensio-

ne dell'infiltrazione neoplastica consentendo di evitare toracotomie esplorative inutili e dannose [26, 27].

## Accessi e tecnica chirurgica

Il trattamento videotoroscopico dei versamenti pericardici prevede almeno quattro tempi chirurgici rappresentati da:

1. Apertura e svuotamento del sacco pericardico.
2. Biopsie mirate di pericardio ed eventualmente di altre strutture (polmone, pleura, mediastino).
3. Esplorazione del cavo pericardico (videopericardioscopia).
4. Realizzazione di una pericardiectomia parziale per ottenere una finestra pericardio-pleurica.

Il paziente in narcosi e con tubo tracheale a doppio lume viene posizionato solitamente in decubito laterale. Una leggera inclinazione dorsale favorirà per gravità la retrazione polmonare agevolando l'esposizione del pericardio. In caso di versamento ubiquitario molti Autori utilizzano l'accesso sinistro, anche se quello destro permette una migliore visuale ed un maggiore spazio di manovra se la quantità di liquido risulta cospicua [2, 15, 28]. In presenza di un versamento saccato o di lesioni pleuriche/polmonari/mediastiniche concomitanti la scelta della sede di accesso sarà guidata dal quadro TC.

L'operatore si pone alle spalle del malato e di fianco al 2° assistente (addetto alla videocamera).

Di fronte si dispongono il 1° assistente e lo strumentista.

## Selezione degli accessi

Un primo accesso da 12 mm per l'ottica viene scelto al VI spazio intercostale sulla linea ascellare media.

Altri due accessi da 7 mm destinati agli strumenti sono disposti a livello del IV e VII spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore.

L'ottica utilizzata sarà quella da 10 mm a 0° (Fig. 1).

**Tabella 1.** VATS versus accesso sottotifoidea nel trattamento del versamento pericardico cronico

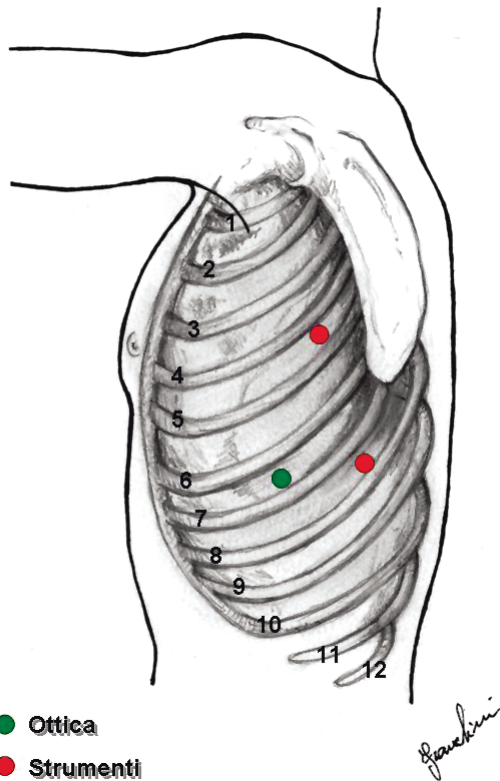
	VATS	Accesso sottotifoideo
Esposizione del pericardio	++	+
Biopsie extrapericardiche	+	-
Pericardiectomia	++	+ -
Ventilazione monopolmonare	+	-
Tollerabilità in pazienti critici	+ -	+
Anestesia locale	-	+

## Tempi chirurgici



### Esposizione del pericardio

Si effettua l'eventuale pleurolisi e si evacua il versamento pleurico se presente. Con una dolce trazione posteriore sul polmone si espone il pericardio. Si sceglie il punto ideale per la pericardiotomia, al davanti del nervo frenico ed in una zona avascolare.



- Ottica
- Strumenti

**Fig. 1.** Patologia del pericardio. Accessi videotoracoscopici

#### Pericardiotomia

Il pericardio appare per lo più sotto tensione, disteso. In queste condizioni risulta difficoltoso afferrarlo con una pinza da presa endoscopica. Possono essere scelte due soluzioni:

- a) svuotare parzialmente il cavo con un ago per favorire la presa del pericardio con Endograsp, dopodiché lo si incide con forbici endoscopiche.
- b) eseguire la pericardiotomia con elettrobisturi ad uncino o con bisturi ad ultrasuoni che ha il vantaggio di non produrre fumo ed aritmie elettricamente indotte.

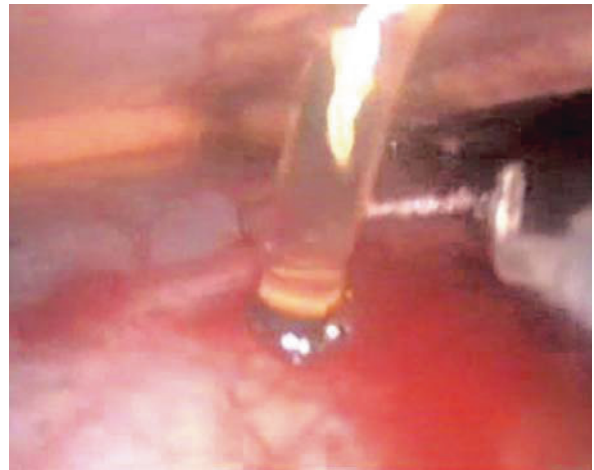
#### Evacuazione del liquido pericardico

Inciso il pericardio il liquido defluisce lentamente dal sacco o a volte, sotto pressione, zampillando (Fig. 2).

L'evacuazione del liquido dovrà essere graduale per evitare le ripercussioni emodinamiche di uno svuotamento rapido. Una quota di liquido viene raccolta per esami citologici, microbiologici, fisico-chimici.

#### Biopsia del pericardio

In presenza di zone sospette si eseguono biopsie mirate del pericardio. In presenza di lesioni conco-



**Fig. 2.** Effettuata la pericardiotomia con l'elettrobisturi ad uncino, il liquido esce dal sacco pericardico sotto pressione zampillando

mitanti, vengono effettuate biopsie polmonari/pleuriche/mediastiniche.

#### Videopericardioscopia

Si entra col videotoracoscopio all'interno del sacco pericardico e lo si esplora. Se necessario, si esegue la lisi di aderenze pericardioepicardiche e si aprono raccolte concamerate di liquido.

#### Esecuzione della pericardiectomia parziale

La profilassi delle recidive del versamento prevede l'effettuazione di un'ampia finestra di deflusso del liquido. Questa si realizza eseguendo una pericardiectomia parziale: si afferra il margine della pericardiotomia e si asporta con le forbici endoscopiche un opercolo di almeno 3-5 cm di diametro, al davanti del nervo frenico; in caso venga richiesta una pericardiectomia più estesa o siano presenti raccolte posteriori, può essere asportato anche il pericardio posteriormente al nervo frenico. Particolare attenzione dovrà essere posta a non lesionare lo stesso nervo frenico ed il suo peduncolo vascolare.

#### Emostasi

L'emostasi dovrà essere particolarmente curata. Potrà essere eseguita con l'elettrobisturi bipolare o con il bisturi ad ultrasuoni o ad Argon.

#### Drenaggio

Alcuni Autori preferiscono posizionare un drenaggio 28F in cavo pericardico sotto visione diretta, fatto fuoriuscire dalla porta toracoscopica inferiore [15], altri si limitano ad inserire il drenaggio nel cavo pleurico [18, 29], altri ancora ritengono neces-

sario un doppio drenaggio, pericardico e pleurico [5, 20].

### Chiusura

Si esegue la chiusura per piani delle porte toracoscopiche (Tab. 2).

## Complicanze

Le complicanze descritte con questo tipo di metodica sono trascurabili, uguali o inferiori a quelle dell'accesso classico sottotifoideo e nettamente inferiori a quelle registrate con l'accesso toracotomico o sternotomico.

Vengono documentate soprattutto complicanze di tipo cardiologico, correlate in un caso a motivi anestesiolgici, nell'altro a motivi chirurgici in senso stretto.

Nella prima evenienza la narcosi ma soprattutto la ventilazione monopolmonare con tubo endotracheale a doppio lume possono aggravare le condizioni di pazienti spesso critici, con comparsa di ipossiemia, ipercapnia, acidosi ed aumento dell'indice di resistenza vascolare polmonare (PVRI). Il quadro può comunque essere reversibile, consentendo il ritorno a valori normali una volta aperto il pericardio ed evacuato il versamento [23].

Nella seconda evenienza possono registrarsi aritmie improvvise o ipotensione grave, determinate dalle manovre chirurgiche. L'utilizzo del bisturi

elettrico può infatti scatenare pericolose turbe del ritmo difficilmente trattabili: per tali motivi è consigliabile l'utilizzo dell'elettrobisturi bipolare invece del monopolare o, ancora meglio, il bisturi ad ultrasuoni o ad Argon [15, 28].

Una grave ipotensione da riduzione della gittata cardiaca fino alla dilatazione/insufficienza acuta ventricolare può invece comparire in seguito ad una rapida decompressione delle cavità cardiache da evacuazione non graduale del versamento. Per tale motivo dopo la pericardiotomia è necessario garantire uno svuotamento lento del sacco pericardico che permetta al cuore di adattarsi a poco a poco al maggiore spazio intrapericardico che si crea con progressivo incremento della funzione cardiaca e della gittata ventricolare. Questa complicanza, peraltro già descritta in corso di accesso sottotifoideo, risulta per fortuna relativamente rara [23, 30].

## Risultati

L'efficacia dell'approccio videotoracoscopico in corso di versamento pericardico cronico è misurabile grazie a due parametri fondamentali, rappresentati dal livello di accuratezza diagnostica e dal tasso di recidiva del versamento.

L'*accuratezza diagnostica* risulta molto elevata. La diagnosi può essere raggiunta in una percentuale vicina al 100% dei casi. La possibilità di procedere ad un'esplorazione ottimale del pericardio, del cavo pericardico e del cavo pleurico e di effettuare biopsie ampie e mirate rende ragione dell'elevata attendibilità diagnostica della metodica [31].

L'*accuratezza diagnostica* raggiunge valori elevati anche in corso di accesso sottotifoideo con pericardioscopia (76-97%), sostanzialmente sovrapponibili a quelli ottenuti in corso di VPC sottotifoidea (80-85%), mentre risulta notevolmente inferiore in caso di approccio sottotifoideo classico senza supporto video (23%-81%) e si abbassa ulteriormente in corso di pericardiocentesi (6-26%) [1, 32-34].

Il tasso di *recidiva a distanza* risulta molto contenuto, dallo 0 all'8%, ed il motivo sta nella possibilità di ottenere una finestra pericardica efficace grazie all'esecuzione di una pericardiectomia parziale.

Nell'approccio sottotifoideo classico la percentuale di recidiva del versamento varia invece dal 2.5% secondo Moores e Coll. [35] al 3-18% secondo Nataf e Coll. [20] al 20% secondo Naunheim e Coll.[36], mentre Allen riporta una percentuale dell'1% nei pazienti a cui è stata realizzata anche una pericardiostomia [37] (Tab. 3).

**Tabella 2.** Trattamento step by step di versamento pericardico cronico in VATS

- 1 Un accesso da 12 mm al VI spazio intercostale sulla LAM (ottica)
- 2 Due accessi da 7 mm al IV e VII spazio intercostale sulla LAP (strumenti)
- 3 Esposizione del pericardio
- 4 Pericardiotomia (con forbici/bisturi elettrico/bisturi ad ultrasuoni)
- 5 Evacuazione graduale del liquido pericardico
- 6 Biopsie mirate di pericardio ed eventualmente di polmone/pleura/mediastino
- 7 Videopericardioscopia
- 8 Esecuzione di pericardiectomia parziale
- 9 Emostasi
- 10 Drenaggio con catetere 28F (del cavo pericardico/del cavo pleurico/di ambedue)
- 11 Chiusura per piani delle porte toracoscopiche

LAA: Linea Ascellare Anteriore

LAM: Linea Ascellare Media

LAP: Linea Ascellare Posteriore

**Tabella 3.** Versamento pericardico cronico: risultati dell'approccio VATS

Autore	Anno	N° casi	Follow up medio (mesi)	Accuratezza diagnostica (%)	Recidiva a distanza (%)
Hazelrigg et al. [38]	1993	35	9	100	0
Cantò et al. [39]	1993	16	dato non disponibile	100	25
Liu ed al. [19]	1994	28	10.5	93	0
Robles et al. [40]	1997	22	20.5	100	0
Nataf et al. [20]	1998	22	3	100	4.5
Geissbuhler et al. [18]	1998	24	36	91	8.3
Georghiou et al. [31]	2005	18	3	100	0
O'Brien et al. [41]	2005	15	32	/	8

## Conclusioni

La videotoroscopia e l'approccio sottotifoideo hanno assunto un ruolo fondamentale della diagnosi e trattamento dei versamenti pericardici cronici relegando in secondo piano gli accessi toracotomici e sternotomici.

La VATS peraltro presenta i vantaggi delle tecniche "open" convenzionali e dell'approccio sottotifoideo classico senza averne gli svantaggi.

A differenza dell'accesso sottotifoideo permette infatti un'esplorazione completa del pericardio e della cavità toracica e consente l'esecuzione di una efficace pericardiectomia parziale.

Confrontata invece alla sternotomia ed alla toracotomia risulta nettamente meno invasiva e con tutti i pregi che comporta il minore traumatismo chirurgico e con una morbilità sensibilmente inferiore.

La tecnica risulta pertanto vantaggiosa:

- Dal punto di vista *diagnostico* perchè dotata di elevata accuratezza diagnostica, garantendo l'esecuzione di biopsie mirate a pericardio e ad altre strutture endotoraciche (polmone, pleura, mediastino) se contemporaneamente interessate da lesioni patologiche.
- Dal punto di vista *terapeutico* perché caratterizzata da un basso tasso di reciva a distanza del versamento potendo permettere la realizzazione di un'ampia pericardiectomia parziale come efficace profilassi della ripresa del versamento.

La metodica viene soprattutto proposta in pazienti selezionati con funzionalità respiratoria non compromessa e portatori di versamento pericardico non acuto ed emodinamicamente stabile; le indicazioni prevedono non solo i versamenti accompagnati da patologia polmonare, pleurica, mediastinica, ma anche quelli saccati e pluriconca-

merati, che possono essere drenati in modo mirato, quelli recidivi dopo drenaggio percutaneo o finestra sottotifoidea, le pericarditi essudative ad evoluzione costrittiva che prevedano una pericardiectomia bilaterale simultanea.

## Bibliografia

1. Pego-Fernandes PM, Fernandes F, Ianni BM et al (2001) Video-assisted pericardioscopy. How to improve diagnostic efficacy in pericardial effusions. *Arq Bras Cardiol* 77:403-406
2. Mack MJ, Acuff TE, Hazelrigg SR et al (1993) Thoracoscopic approach for the pericardium. *Endosc Surg Allied Technol* 1:271-274
3. Mack MJ, Landreneau RJ, Hazelrigg SR et al (1993) Video thoracoscopic management of benign and malignant pericardial effusions. *Chest* 103:390S-393S
4. Flores RM, Jaklitsch MT, DeCamp MM Jr et al (1998) Video-assisted thoracic surgery pericardial resection for effusive disease. *Chest Surg Clin N Am* 8:835-851
5. Stoica SC, Ferguson T, Monaghan H et al (2001) Video-assisted thoracoscopic management of primary pericardial Hodgkin's lymphoma. *EJSO* 27:325-331
6. Nakamoto H, Suzuki T, Sugahara S et al (2001) Successful use of thoracoscopic pericardiectomy in elderly patients with massive pericardial effusion caused by uremic pericarditis. *Am J Kidney Dis* 37:1294-1298
7. Ito R, Matsukawa Y, Takei M et al (1999) Endoscopic pericardial fenestration for a patient with sustained lupus pericarditis. *Clin Exp Rheumatol* 17:605-606
8. Oz N, Sarper A, Erdogan A et al (2000) Video-assisted thoracic surgery for the management of pleural pericardial effusion in Behçet's syndrome. *Tex Heart Inst J* 27:304-306
9. Kameyama K, Huang CK, Okamoto T et al (2004) Video-assisted thoracoscopic pericardial fenestration for tuberculous pericardial effusion. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 52:68-70

11. Hurley JP, Subarreddy K, McCartney J et al (1994) Video-assisted thoracic surgery for delayed pericardial effusion post-CABG. *Chest* 106:1617-1619
10. Katara AN, Samra SS, Bhandarkar DS (2003) Thoracoscopic window for a post-coronary artery bypass grafting pericardial effusion. *Indian Heart J* 55:180-181
13. Mitsui K, Namiki K, Matsumoto H et al (2005) Thoracoscopic treatment for primary chylopericardium: report of a case. *Surg Today* 35:76-79
14. Sakata S, Yoshida I, Otani I et al (2000) Thoracoscopic treatment of primary chylopericardium. *Ann Thorac Surg* 69:1581-1582
15. Watanabe S, Kariatsumari K, Sakasegawa K et al (2002) Primary chylopericardium treated with video-assisted thoracoscopic surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 50:360-361
16. Hazelrigg SR, McGee MJ (1999) Pericardiectomy. In: Walker WS (ed) *Video Assisted Thoracic Surgery*, ISIS Medical Media, Oxford, pp 201-208
17. Caceres M, Buechter K, Rodriguez JA et al (2004) Delayed hemopericardium after penetrating chest trauma: thoracoscopic pericardial window as a therapeutic option. *South Med J* 97:994-998
18. Morales CH, Salinas CM, Henao CA et al (1997) Thoracoscopic pericardial window and penetrating cardiac trauma. *J Trauma* 42:273-275
19. Geissbuhler K, Leiser A, Fuhrer J et al (1998) Video-assisted thoracoscopic pericardial fenestration for loculated or recurrent effusions. *Eur J Cardiothorac Surg* 14:403-408
20. Liu HP, Chang CH, Lin PJ et al (1994) Thoracoscopic management of effusive pericardial disease: indications and technique. *Ann Thorac Surg* 58:1695-1697
21. Nataf M, Cacoub P, Regan M et al (1998) Video-thoracoscopic pericardial window in the diagnosis and treatment of pericardial effusions. *Am J Cardiol* 82:124-126
22. Campione A, Cacchiarelli M, Ghiribelli C et al (2002) Which treatment in pericardial effusion? *J Cardiovasc Surg* 43:735-739
23. Solaini L, Bagioni P, Grandi U et al (1996) Surgical treatment of chronic pericardial effusions. Personal experience. *Minerva Chir* 51:1079-1082
24. Fernandez JA, Robles R, Acosta F et al (2004) Cardiovascular changes during drainage of pericardial effusion by thoracoscopy. *Br J Anaesth* 92:89-92
25. Gould JC, Schurr MA (2001) Tension pneumopericardium after blunt chest trauma. *Ann Thorac Surg* 72:1728-1730
26. Carretta A, Negri G, Pansera M et al (2003) Thoracoscopic treatment of a pericardial diverticulum. *Surg Endosc* 17:158
27. Jiménez Merchán R, Congregado Loscertales M, Girón Arjona JC et al (2000) Videopericardioscopia: una nueva exploración para valorar la resecabilidad de los cánceres de pulmón cT4 por invasión vascular. *Arch Bronconeumol* 36:612-619
28. Loscertales J, Jiménez Merchán R, Congregado Loscertales M et al (2002) Usefulness of videothoracoscopic intrapericardial examination of pulmonary vessels to identify resectable clinical T4 lung cancer. *Ann Thorac Surg* 73:1563-1566
29. Ohtsuka T, Wolf RK, Wurnig P et al (1998) Thoracoscopic limited pericardial resection with an ultrasonic scalpel. *Ann Thorac Surg* 65:855-856
30. Melfi FMA, Menconi GF, Chella A et al (2002) The management of malignant effusions using permanently implanted devices. *Eur J Cardiothorac Surg* 21 (2):345-347
31. Sunday R, Robinson LA, Bosek V (1999) Low cardiac output complicating pericardiectomy for pericardial tamponade. *Ann Thorac Surg* 67:228-231
32. Georgiou GP, Stamler A, Sharoni E et al (2005) Video-assisted thoracoscopic pericardial window for diagnosis and management of pericardial effusions. *Ann Thorac Surg* 80:607-610
33. Nuge O, Millaire A, Porte H et al (1996) Pericardioscopy in the etiologic diagnosis of pericardial effusion in 141 consecutive patients. *Circulation* 94:1635-1641
34. Van Trigt P, Douglas J, Smith PK et al (1993) A prospective trial of subxiphoid pericardiectomy in the diagnosis and treatment of large pericardial effusion. A follow-up report. *Ann Surg* 218(6):777-782
35. Little AG, Ferguson MK (1986) Pericardioscopy as adjunct to pericardial window. *Chest* 89:53-55
36. Moores DWO, Allen KB, Faber LP et al (1995) Subxiphoid pericardial drainage for pericardial tamponade. *J Thorac Cardiovasc Surg* 109:546-52
37. Naunheim KS, Kesler KA, Fiore AC et al (1991) Pericardial drainage: subxiphoid versus transthoracic approach. *Eur J Cardiothorac Surg* 5:99-104
38. Allen KB, Faber LP, Warren WH et al (1999) Pericardial effusion: subxiphoid pericardiostomy versus percutaneous catheter drainage. *Ann Thorac Surg* 67:437-440
39. Hazelrigg SR, Mack MJ, Landreneau RJ et al (1993) Thoracoscopic pericardiectomy for effusive pericardial disease. *Ann Thorac Surg* 56:758-761
40. Canto' A, Guijarro R, Arnau A et al (1993) Thoracoscopic pericardial fenestration: diagnostic and therapeutic aspects. *Thorax* 48:1178-1180
41. Robles R, Pinero A, Lujan JA et al (1997) Thoracoscopic partial pericardiectomy in the diagnosis and management of pericardial effusion. *Surg Endosc* 11:253-256
42. O'Brien PKH, Kucharzuk JC, Marshall MB et al (2005) Comparative study of subxiphoid versus videothoracoscopic pericardial "window". *Ann Thorac Surg* 80:2013-2019

# PATOLOGIA DEL PERICARDIO. VIDEOPERICARDIOSCOPIA CON ACCESSO SOTTOXIFOIDEO

Paulo M. Pego-Fernandes, Marcelo H. da Fonseca, Carlos E. Levischi Jr.

## Premesse

Ippocrate per primo descrisse il pericardio umano nel 460 A.C. Le modificazioni infiammatorie del pericardio vennero riportate 300 anni dopo da Galeno, che per primo segnalò anche un caso di versamento pericardico. Contributi significativi furono in seguito forniti solo nel 17° secolo da parte di Lower che descrisse un caso di tamponamento cardiaco da versamento pericardico [1].

Anche se il pericardio era ben conosciuto fin dalle origini della medicina moderna, la sua localizzazione rendeva difficile il trattamento dei relativi versamenti. Nel 1840 Karanaeff riportò la prima puntura pericardica e solo 30 anni dopo si arrivò con Rehn alla descrizione della tecnica del drenaggio chirurgico [2, 3].

L'approccio videoassistito venne effettuato per la prima volta da Santos e Frater nel 1977, con vantaggi apprezzabili in termini di sensibilità diagnostica e sicurezza [4].

## Cenni di anatomia

Il pericardio risulta costituito da una porzione fibrosa esterna denominata pericardio parietale e ricoperto da una lamina interna di cellule cubiche che producono e riassorbono il liquido pericardico. Questa membrana riflettendosi si continua con una lamina sierosa aderente al cuore, detta epicardio, dando origine al pericardio viscerale.

Il pericardio è ancorato allo sterno da strutture ligamentose superiori ed inferiori e la sua porzione più caudale si presenta adesa al diaframma. Lateralmente il pericardio risulta delimitato dalle pleure ed è in stretto contatto coi nervi frenici. Posteriormente è in rapporto con l'esofago ed il rachide dorsale.

## Pericarditi e versamenti pericardici

La pericardite viene definita come un'infiammazione del sacco pericardio. Questa condizione vie-

ne causata il più delle volte da virus e la risoluzione della sintomatologia si verifica di solito a distanza di due settimane senza lasciare residui [5].

In corso di pericardite vi è accumulo di liquido, cellule infiammatorie e fibrina che potrebbero portare ad una compromissione della funzione miocardica [5].

Il processo può diventare cronico con ispessimento e calcificazione della membrana pericardica e riduzione della sua distensibilità. Questo può portare ad una riduzione del riempimento diastolico del cuore con stasi venosa e polmonare associata a riduzione della gittata: si parla in tal caso di pericardite cronica costrittiva. D'altra parte il rapido accumulo di liquido sieroso nel cavo può determinare una compressione acuta delle camere cardiache con rilevanti effetti emodinamici.

Alcuni studi riportano l'incidenza di tamponamento cardiaco in quasi il 15% dei casi con pericardite severa [4, 6].

Le cause più frequenti di versamento pericardico sono le neoplasie (dal 20 al 40%), l'uremia (dal 10 al 20%), le infezioni virali (dal 5 al 10%), le malattie reumatologiche (dal 5 al 10%), gli esiti post-infartuali (dal 5 al 10%), la tubercolosi (dal 2 al 5%), le cause iatrogene (dal 2 al 5%) [7-9].

Molti Autori riportano una netta prevalenza di versamenti pericardici idiopatici [7-9].

Di fronte ad un quadro clinico evocativo debbono essere predisposti esami volti a dare una prima valutazione della patologia, quali l'elettrocardiogramma, la radiografia del torace, l'ecocardiografia [10-13].

Un aumento della silhouette cardiaca si nota al radiogramma del torace quando il liquido supera i 250 ml, mentre il reperto radiologico può risultare del tutto normale in versamenti di entità minore. Calcificazioni attorno al cuore possono essere presenti in corso di pericardite costrittiva [14].

L'impiego dell'ecocardiografia ci consente di inquadrare il decorso clinico del paziente, grazie alla valutazione di alcuni parametri quali l'aumento della pressione intrapericardica ed il collasso delle camere cardiache destre che frequentemente portano al tamponamento cardiaco.

Indipendentemente dall'eziologia i versamenti pericardici possono essere suddivisi in lievi, moderati, severi. Questa classificazione si basa sui dati ecocardiografici. Per molti Autori se lo scollamento diastolico dei foglietti pericardici risulta minore di 10mm il versamento è da considerare lieve, se da 10 a 20 mm moderato, se maggiore di 20 mm severo [15].

La pericardite idiopatica può essere trattata in modo conservativo con antinfiammatori non steroidei; in alcuni casi i corticosteroidi possono essere utilizzati per un breve periodo. Gli altri tipi di pericardite dovrebbero essere trattate su base eziologica.

In pazienti asintomatici un versamento pericardico inferiore a 10mm può essere considerato un dato solo radiologico, specialmente in donne anziane. In questo gruppo non sono necessari accertamenti diagnostici invasivi né trattamenti specifici, mentre saranno necessari controlli ecocardiografici a distanza [15].

La pericardiocentesi è indicata per i pazienti affetti da tamponamento cardiaco, per quelli che potrebbero essere affetti da pericardite purulenta, ed in quei casi con pericardite idiopatica cronica con versamento pericardico severo [16].

Il drenaggio chirurgico risulta indicato in caso di tamponamento cardiaco quando la pericardiocentesi non abbia portato a risultati soddisfacenti, oppure in presenza di una recidiva precoce. Può anche essere indicato in caso di malattia attiva persistente non responsiva al trattamento eziologico conservativo [17].

La videopericardioscopia con accesso sottotifoideo oltre ad essere una tecnica mininvasiva, presenta il vantaggio di un'eccellente visione del sacco pericardico: in tal modo è possibile localizzare le sedi pericardiche maggiormente colpite dalla patologia ed eseguire biopsie mirate ed un corretto drenaggio del cavo. Questo tipo di approccio consente pertanto una maggiore accuratezza diagnostica [18].

## Accessi e tecnica chirurgica



Il paziente viene posto in decubito supino con gli arti superiori addossati al corpo. Un cuscino tra le due scapole permette l'iperestensione della gabbia toracica e facilita l'esposizione della regione sottotifoidea. Il campo operatorio è delimitato in alto dal giugulo, in basso dalla linea ombelicale trasversa, ai lati dalle linee ascellari posteriori (potrebbe verificarsi un'apertura accidentale della pleura con necessità di posizionare un drenaggio toracico).

L'intervento viene eseguito in narcosi e con intubazione orotracheale semplice.

Si esegue un'incisione mediana di circa 5 cm lungo il processo xifoideo (Fig. 1). La dissezione viene effettuata col bisturi elettrico fino ad arrivare al piano del processo xifoideo. Si individua lateralmente la fascia dei muscoli retti dell'addome col grasso preperitoneale al di sotto di essa. Si esegue a questo livello una delicata dissezione per via smussa entrando al di sotto dello sterno e portandosi in direzione craniale (Fig. 2). Individuato il sacco pericardico lo si trazona con due pinze di Moynihan e si esegue con le forbici una pericardiotomia di circa 1 cm. Una volta aperto il pericardio questo viene gradualmente svuotato ed il liquido viene raccolto per esami microbiologici, chimico-fisici, citologici (Fig. 3).

Viene successivamente inserito il videotoroscopio (ottica da 10mm a 0°, del tipo Stryker modello 988). Il sacco pericardico viene esplorato all'interno in modo completo e la videocamera viene delicatamente posizionata negli spazi laterali tra pericardio e cuore. Durante questa esplorazione si possono individuare aree di maggiore coinvolgimento patologico ed eseguire biopsie precise e dirette.

Utilizzando pinze da biopsia endoscopiche si possono prelevare frammenti di pericardio da inviare all'esame anatomico-patologico. Un eventuale sanguinamento, per la verità sempre modesto, verrà controllato utilizzando l'aspiratore ed il bisturi elettrico.

Alla fine dell'intervento si posiziona un drenaggio tubulare 36F nella regione laterale che include

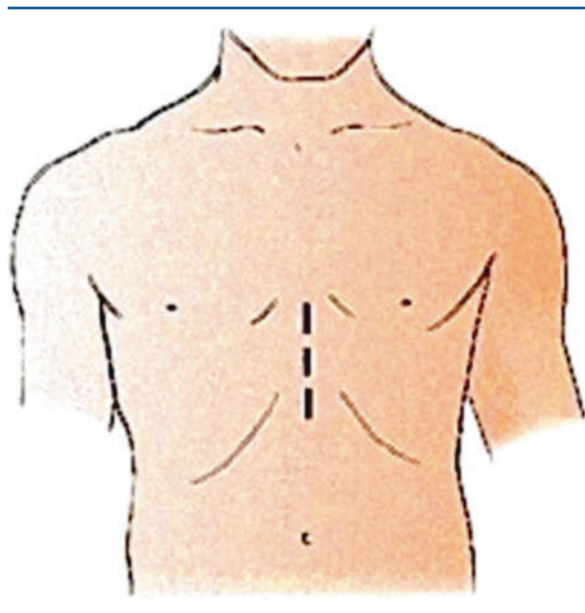
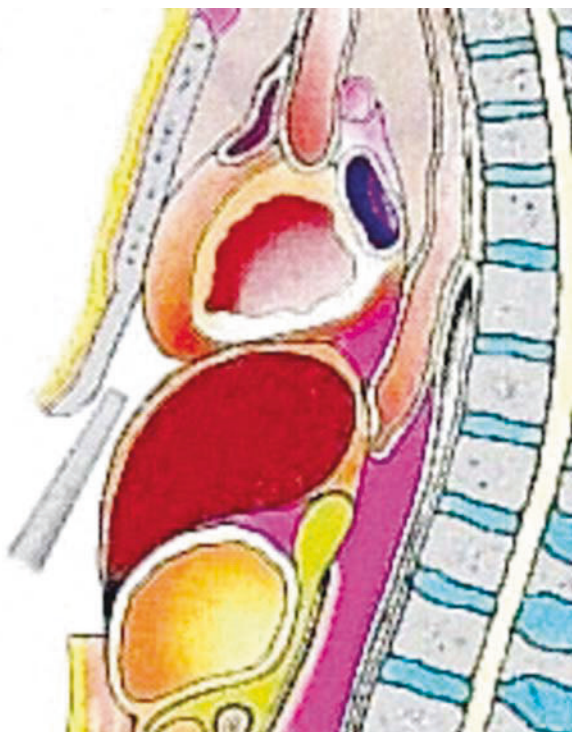
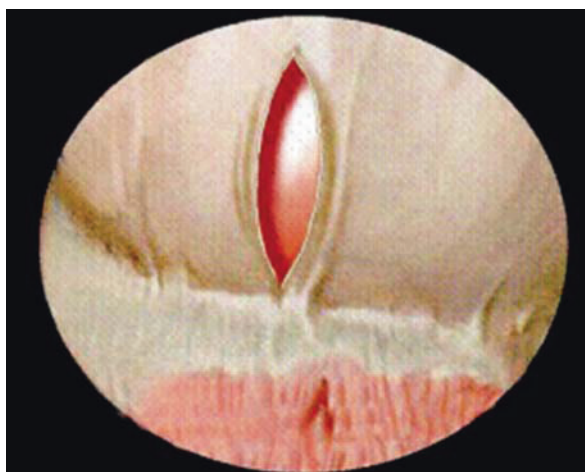


Fig. 1. Sede dell'incisione



**Fig. 2.** Piano di dissezione



**Fig. 3.** Apertura del pericardio

la zona sottoposta a maggior numero di prelievi biotici.

La parete addominale viene chiusa con filo riassorbibile, il piano sottocutaneo con punti staccati di materiale riassorbibile, la cute viene infine suturata con punti staccati di filo non riassorbibile.

Il drenaggio endopericardico viene fatto fuoriuscire da una controapertura cutanea e collegato ad una valvola ad acqua.

Questo tipo di tecnica viene utilizzato estesamente dagli Autori con complicanze estremamente rare, rappresentate essenzialmente dalla comparsa intraoperatoria di aritmie da stimolo meccanico, che cessano con la rimozione del videoendoscopio.

## Esperienza personale

Nel Servizio di Chirurgia Toracica dell'Ospedale Clinico dell'Università degli Studi di San Paulo del Brasile, dal gennaio 1998 al dicembre 2004 sono state eseguite 72 videopericardioscopie e biopsie pericardiche con accesso sottoxifoideo. In tutti i casi la procedura è stata richiesta per la presenza di un versamento pericardico senza definizione eziologica. In 39 casi (54%) si trattava di versamento idiopatico, in 13 (18%) di neoplasia maligna, in 8 (11%) di tubercolosi, in 8 (11%) di infezioni batteriche, fungine, virali, in 4 (6%) di eziologia reumatica.

## Conclusioni

La videopericardioscopia con accesso sottoxifoideo rappresenta una tecnica sicura e risolutiva nella diagnosi e trattamento dei versamenti pericardici.

La metodica consente infatti al chirurgo un'esplorazione completa ed efficace del cavo pericardico grazie all'impiego del supporto video.

## Bibliografia

1. Beck CS, Griswald RA (1930) Pericardiectomy in the treatment of the Pick syndrome: experimental and clinical observations. *Arch Surg* 21:1064-1066
2. Churchill ED (1936) Pericardial resection in chronic constrictive pericarditis. *Ann Surg* 104:516-520
3. Karanaeff P (1840) Paracentese des Brustkastens und des Pericardiums. *Med Z* 9:251-253
4. Santos G, Frater RW (1977) The subxifoid approach in the treatment of pericardial effusion. *Ann Thorac Surg* 23:467-470
5. Vaitkus PT, Herman HC, Lewinter MM (1994) Treatment of malignant pericardial effusions. *J Am Med Assoc* 272:59-64
6. Millaire A, Wurtz A, De Groote P et al (1992) Malignant pericardial effusions: usefulness of pericardioscopy. *Am Heart J* 124:1030-1034
7. Nogue O, Millaire A, Porte H et al (1996) Pericardioscopy in the etiologic diagnosis of pericardial effusion in 141 consecutive patients. *Circulation* 94:1635-1641
8. Little AG, Ferguson MK (1986) Pericardioscopy as adjunct to pericardial window. *Chest* 89:53-55

9. Maher EA, Sheperd FA, Todd TJR (1996) Pericardial sclerosis as the primary management of malignant pericardial effusion and cardiac tamponade. *J Thorac Cardiovasc Surg* 112:637-643
10. Hazelrigg S, Mack M, Landreneau R et al (1993) Thoracoscopic pericardiectomy for effusive pericardial disease. *Ann Thorac Surg* 56:792-795
11. Sheperd FA (1997) Malignant pericardial effusion. *Curr Opin Oncol* 9:170-174
12. Girardi LN, Ginsberg RJ, Burt ME (1997) Pericardiocentesis and intrapericardial sclerosis: effective therapy for malignant pericardial effusions. *Ann Thorac Surg* 64:422-428
13. Posner MR, Cohen G, Skarin AT (1981) Pericardial disease in patients with cancer. The differentiation of malignant from idiopathic and radiation induced pericarditis. *Am J Med* 71:407-413
14. Park JS, Rentschler R, Wilbur D (1991) Surgical management of pericardial effusion in patients with malignancies. *Cancer* 67:76-80
15. Hsu I, Keefe D, Desiderio D, Downey R (1998) Ecocardiographic and surgical correlation of pericardial effusions in patients with malignant disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 115:1215-1216
16. Wilkes JD, Fidas P, Vaickus L et al (1995) Malignancy-related pericardial effusion. *Cancer* 76:1377-1387
17. Sugimoto J, Little A, Ferguson M et al (1990) Pericardial window: mechanisms of efficacy. *Ann Thorac Surg* 50:442-445
18. Pego-Fernandes PM, Fernandes F, Ianni B et al (2001) Videopericardioscopia. Como melhorar a eficácia diagnóstica em derrames pericárdicos. *Arq Bras Cardiol* 77:399-402

## Premesse

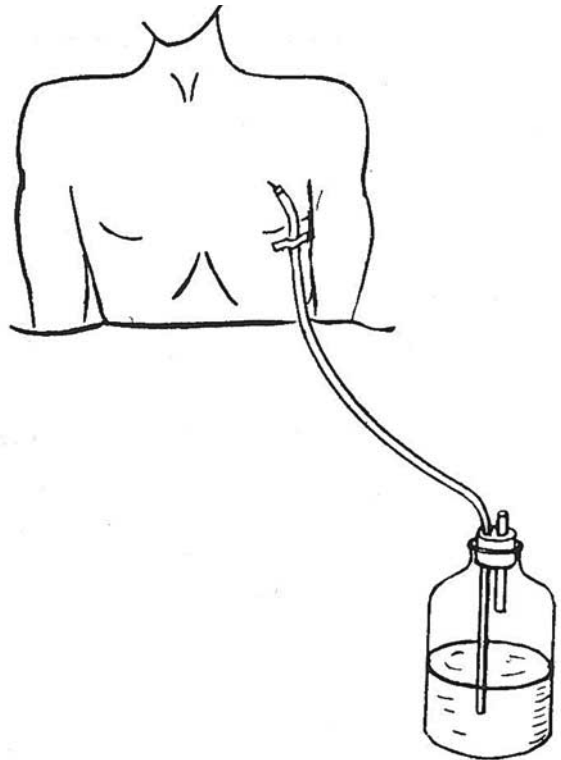
I traumi del torace chiusi e penetranti si collocano al terzo posto come frequenza, dopo i traumi degli arti e della testa-collo, in tutte le maggiori casistiche mondiali. Hanno ancora oggi un'alta mortalità (20%) specie quando associati a lesioni in altri distretti [1, 2]. La morbilità correlata è elevata in quanto i pazienti con traumi toracici hanno di solito un lungo periodo di ospedalizzazione e di convalescenza prima di ritornare alla loro normale attività: un'alta percentuale di questo gruppo ha postumi invalidanti più o meno importanti che ne limitano l'attività lavorativa e sociale.

Il trattamento moderno dei traumi del torace inizia negli anni '40-'50 quando si cominciò a parlare di "polmone umido traumatico" [3] e si intrapresero i primi approcci terapeutici che tendevano a diminuire le secrezioni tracheo-bronchiali mediante il drenaggio posturale e il dolore con il blocco dei nervi intercostali secondo Latteri [4].

Negli anni successivi, alla luce dell'osservazione che oltre il 60% dei traumi toracici chiusi e penetranti presentavano emotorace e/o pneumotorace e che questi eventi erano a loro volta causa di complicazioni anche mortali, in breve tempo il cardine del trattamento in urgenza divenne il posizionamento di un tubo toracostomico che risolse i problemi diagnostici più grossolani (sangue e/o aria nel cavo pleurico) e aveva spesso funzioni terapeutiche nella stabilizzazione della pressione intrapleurica.

Ancora oggi il posizionamento del tubo toracostomico (Fig. 1) è la manovra chirurgica fondamentale in tutti i pazienti con trauma toracico associato a versamento pleurico e/o pneumotorace.

Numerosi studi hanno dimostrato tuttavia che, a fronte di un'alta percentuale di pazienti guariti definitivamente senza postumi, esiste una notevole quota di casi in cui il quadro clinico non si risolve completamente o si risolve con postumi importanti (fibrotorace, empiema cronico, pneumotorace residuo cronico) che richiedono interventi chirurgici impegnativi e rischiosi come ad esempio la decorticazione (Fig. 2). Nel gruppo di pazienti trattati



**Fig. 1.** Drenaggio toracico. Modificato da: D'Abreu AL (1958) Chirurgia Toracica. Ed. Minerva Medica, Torino

con intervento chirurgico toracotomico per la mancata risoluzione del quadro clinico esiste una morbilità e una mortalità strettamente correlata con l'intervento a causa dell'impegno fisiopatologico richiesto ad un paziente già compromesso dagli effetti del trauma.

### EMOTORACE

MANCATO RIASSORBIMENTO NEL 4-18% DEI CASI  
(39% ESITA IN FIBROTORACE)

### PNEUMOTORACE

PERDITE AEREE PROLUNGATE NEL 4-23% DEI CASI

**Fig. 2.** Insuccessi del drenaggio toracico

## Inquadramento nosologico dei traumi toracici

La classificazione unanimemente accettata distingue:

### Traumi chiusi

- a) lesioni dello scheletro toracico
- b) versamenti intratoracici:
  - pneumotorace
  - pneumomediastino
  - emotorace
  - emomediastino
  - chilotorace
- c) lesioni tracheo-bronchiali e polmonari
- d) lesioni del cuore e grossi vasi
- e) lesioni del diaframma
- f) lesioni dell'esofago

### Traumi aperti

- a) ferite a torace chiuso
  - ferita d'arma bianca:
    - penetranti
    - non penetranti
  - ferite da proiettile
- b) ferite a torace aperto

*Nei traumi aperti le lesioni possono interessare tutti gli organi contenuti nella gabbia toracica da soli o in combinazione tra loro*

## Anatomia e fisiopatologia del torace in relazione al trauma

Il trauma altera la normale anatomia del torace procedendo dall'esterno all'interno in relazione all'agente causale e alla sua forza.

Particolare importanza in prospettiva di un trattamento terapeutico, specie se programmato in videotoroscopia, ha la diagnosi preoperatoria delle alterazioni anatomiche della parete toracica sia di grado minore (semplici ferite e/o contusioni con ematomi parietali) e a maggior ragione quelle maggiori (perdite di sostanza, fratture costali multiple, lembo costale e/o sternale mobile).

Una prima valutazione clinica può mostrare la presenza di lesioni maggiori che richiedono un trattamento immediato (per es. chiusura temporanea di un'ampia perdita di sostanza), anche se la presenza di una lesione parietale minore non esclude un'importante lesione interna.

L'osservazione di un lembo parietale mobile da frattura di più archi costali fa ipotizzare un agente traumatico con grande forza viva e quindi con possibili lesioni interne.

Gli esami strumentali (Rx torace standard, TAC) devono fornire ulteriori dati sui danni anatomici

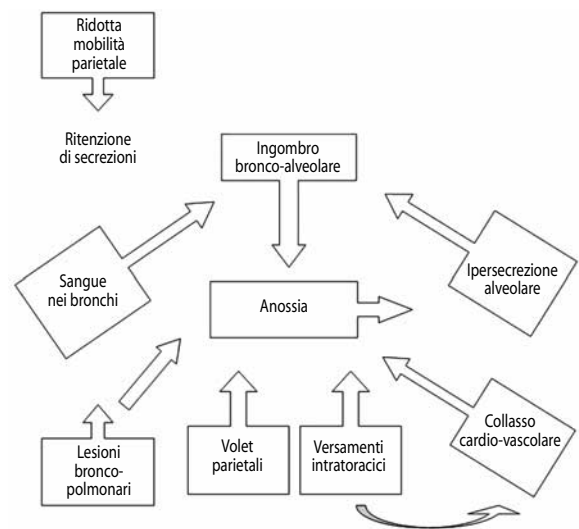
parietali prodotti dal trauma prima di programmare un trattamento terapeutico quando si ipotizzi un accesso mininvasivo: la sede del danno anatomico parietale dovrà rimanere in questo caso lontano dagli accessi toracoscopici e possibilmente questi dovranno essere posizionati in modo tale da consentire una buona visione dall'interno della zona di parete colpita. Spesso infatti la sede di un emotorace da vasi intercostali lesi è proprio nel punto di applicazione del trauma.

Dopo un trauma toracico il paziente può andare incontro ad una Insufficienza Respiratoria Acuta (IRA) che origina da molti fattori spesso coesistenti.

Cause singole, gravi, che possono provocarla sono l'ostruzione delle alte vie respiratorie, il pneumotorace iperteso, il tamponamento cardiaco, ferite toraciche aspiranti, emorragie imponenti, traumi cranici e spinali: queste eventualità vanno riconosciute prontamente e trattate prima di ogni altra cosa in quanto possono portare a morte il paziente in pochi minuti.

In assenza delle cause menzionate l'IRA può comunque instaurarsi a causa di turbe fisiopatologiche a carico dell'apparato respiratorio e cardiocircolatorio che sono tra loro strettamente correlate e interdipendenti (Fig. 3).

Il paziente con trauma toracico, che spesso è un politraumatizzato, ha un fabbisogno maggiore di O<sub>2</sub> che dovrebbe essergli fornito mediante un'adeguata ventilazione/minuto rappresentata dal prodotto del volume corrente per la frequenza respiratoria. Un adeguato volume corrente è necessario per mantenere un normale pH nel sangue che in questi pazienti tende rapidamente alla acidosi.



**Fig. 3.** Schema fisiopatologico delle turbe della ventilazione-perfusione

Tuttavia le alterazioni prodotte dal trauma portano a turbe ventilatorie, a ridotta ossigenazione e squilibrio tra ventilazione e perfusione.

Le turbe ventilatorie sono la conseguenza di alterazioni della normale cinesi della parete toracica dovute a dolore per fratture costali e sternali, lembi costali mobili; ad alterazioni della dinamica diaframmatica; a occupazione dello spazio pleurico da parte di sangue e aria (emotorace, pneumotorace); a ritenzione di secrezioni e/o sangue nell'albero tracheo-bronchiale.

La diminuzione dell'ossigenazione dipende spesso dall'anemia da emorragie attive locali o a distanza in conseguenza del trauma (arti, organi addominali).

Lo squilibrio tra ventilazione e perfusione consegue sia alla diminuzione della ventilazione e della perfusione da anemia, sia all'alterazione della permeabilità alveolare a sua volta dovuta a fattori diversi: emorragia intra-parenchimale da trauma, edema post-traumatico, ipersecrezione alveolare (effetto shunt).

Per tutte queste ragioni il trattamento iniziale del paziente con trauma toracico consiste nell'escludere la presenza di uno o più fattori di IRA critici per la vita, e successivamente nell'assicurare una buona ventilazione mediante la somministrazione di ossigeno con la semplice maschera nei casi più lievi, oppure con l'intubazione e ventilazione a pressione positiva nei più gravi (stati di ottundimento o di incoscienza).

Nelle prime 24/48 ore dopo il trauma si possono manifestare alterazioni fisio-patologiche legate al ti-

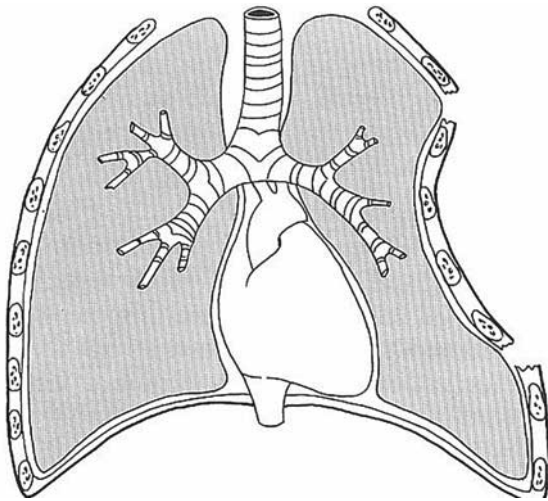
po di lesione specifica presente che portano all'IRA. Per esempio nel lembo costale mobile un segmento di parete toracica liberamente mobile viene aspirato all'interno del torace durante l'inspirazione ed espulso all'esterno durante l'espirazione (Figg. 4 e 5): l'effetto si traduce in una mancata ventilazione della porzione di parenchima sottostante il lembo che non partecipa agli scambi respiratori. Nei lembi anteriori (sternali) questo effetto non si verifica, mentre è costante nei lembi laterali e posteriori nei quali inoltre è frequente la coesistenza di ampie zone di parenchima polmonare contuso sottostanti non distendibili dal flusso aereo a pressione normale.

## La videotoracoscopia nei traumi toracici

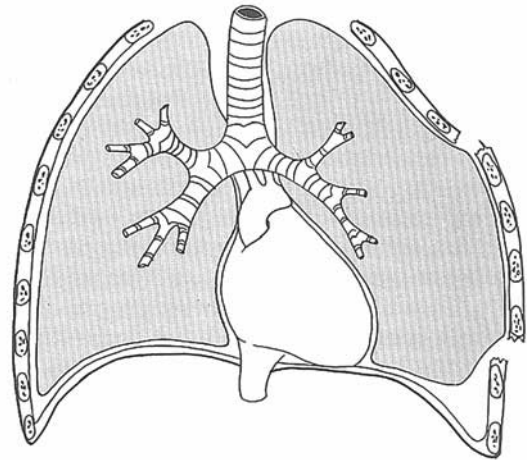
L'applicazione clinica della toracoscopia nel trauma toracico inizia nel 1946 con la prima pubblicazione di Branco che trattò 5 pazienti con emotorace da ferita penetrante [5], 36 anni dopo l'introduzione clinica della tecnica da parte di Jacobeus.

Le pubblicazioni successive giungono solo nella metà degli anni settanta con reports di casistiche limitate ma concordanti sull'efficacia e utilità del metodo soprattutto sotto il profilo diagnostico [6-8].

Fondamentale appare la pubblicazione di Jones del 1981 [9] in quanto evidenziò già allora tutte le controversie su cui ancora ai nostri giorni esiste discussione: ruolo, efficacia diagnostica e terapeutica, indicazioni e controindicazioni della toracoscopia nei pazienti con emotorace e pneumotorace post



**Fig. 4.** Lembo costale – fase inspiratoria. Modificato da: Zanini G (1987) *Chirurgie specialistiche. Orientamenti attuali*. Ed. USES, Firenze



**Fig. 5.** Lembo costale – fase espiratoria. Modificato da: Zanini G (1987) *Chirurgie specialistiche. Orientamenti attuali*. Ed. USES, Firenze

traumatico. Le perplessità e le critiche riportate nel lavoro (difficoltà nella completa toilette del cavo pleurico, incertezza nella scelta del tipo di anestesia) erano giustificabili allora in quanto la tecnologia in uso non consentiva tutto ciò che oggi essa permette sia per raggiungere una corretta diagnosi delle lesioni sia per effettuare un trattamento specifico laddove sia indicato e possibile mediante la stessa via di accesso.

Negli anni successivi col successo della chirurgia videoendoscopica la letteratura si è arricchita di numerose pubblicazioni che riportano esperienze di Centri chirurgici in cui la videotoracosopia è stata usata sempre più estesamente per la diagnosi e il trattamento di numerose lesioni post traumatiche del torace: la casistica mondiale è divenuta quantitativamente significativa e pertanto in grado di dare alcune risposte certe e nel contempo proporre soluzioni diagnostiche – terapeutiche ancora in corso di valutazione [10, 11].

## Indicazioni alla videotoracosopia nel trauma toracico

### Indicazioni certe

- Sospetto di lesione diaframmatica
- Emotorace ritenuto
- Empiema post traumatico
- Chilotorace
- Pneumotorace non risolto
- Ernia polmonare intercostale
- Corpi estranei intratoracici

**Sospetto di lesione diaframmatica:** è accertato dalle esperienze riferite in letteratura che la lesione del diaframma è di diagnosi difficile con l'esame clinico, la radiografia standard del torace, l'ecografia, la TAC eccetto che nei casi di ampia lacerazione del muscolo con chiara dislocazione in cavità pleurica dei visceri addominali; la VATS è il metodo più sicuro per confermare la diagnosi anche nel caso di lacerazioni dei recessi postero-laterali difficilmente visibili in laparoscopia che, pur essendo procedura altrettanto sicura ai fini diagnostici, presenta maggiori rischi a causa della ipertensione che può determinare nel cavo pleurico [10, 12, 13]. Quando esiste il sospetto di lesione diaframmatica post traumatica la VATS d'urgenza (entro 24 ore) consente di fare diagnosi e di effettuare il trattamento con riduzione significativa dei giorni di degenza [14, 15].

**Emotorace ritenuto:** quando, nonostante la presenza del tubo toracostomico, permane nel cavo pleurico sangue liquido e/o coagulato si parla di emotorace ritenuto. Si determina a causa del drenaggio

inadeguato per errata posizione del tubo in presenza di sanguinamento attivo o per la formazione di ematomi incapsulati.

È unanimemente accettato che un sanguinamento attivo che supera i 200 ml/h per 3 ore consecutive dopo il drenaggio iniziale di 1500 ml di sangue pone indicazione all'intervento chirurgico nelle prime 24 ore: molti AA. propendono, di fronte a un paziente con emodinamica stabile, per un accesso mininvasivo pronti a convertire in toracotomia se la diagnosi intraoperatoria o la procedura terapeutica lo impongono [10, 11, 14, 16, 17].

La indicazione alla VATS differita nell'emotorace non completamente evacuato dal drenaggio è oggetto di discussione: quando la quantità stimata di sangue in cavo pleurico è inferiore a 500 ml (Figg. 6 a e b) alcuni AA. non pongono indicazione ope-



Fig. 6a. Emotorace < 500 ml. Quadro TAC

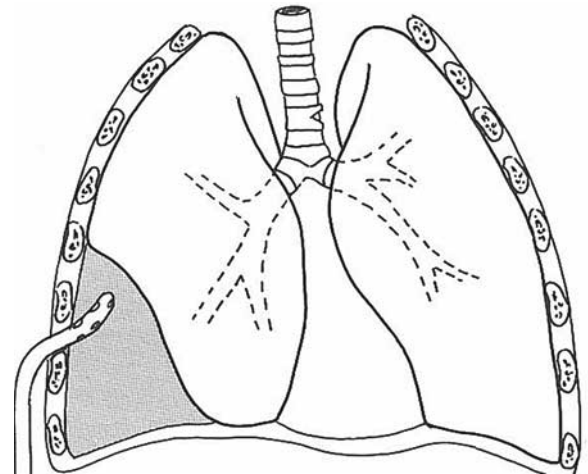


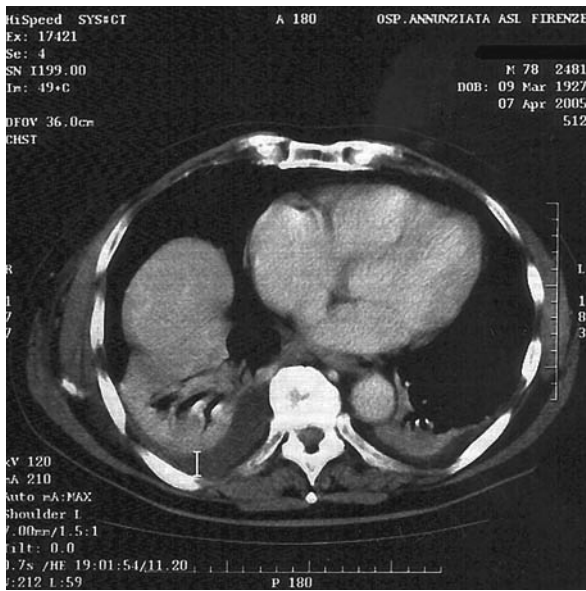
Fig. 6b. Disegno schematico di emotorace < 500 ml. Modificato da: Zannini G (1987) Chirurgie specialistiche. Orientamenti attuali. Ed. USES, Firenze

ratoria se non in presenza di complicanza infettiva in quanto ritengono che con il tempo avviene un pressoché completo riassorbimento (Fig. 7).

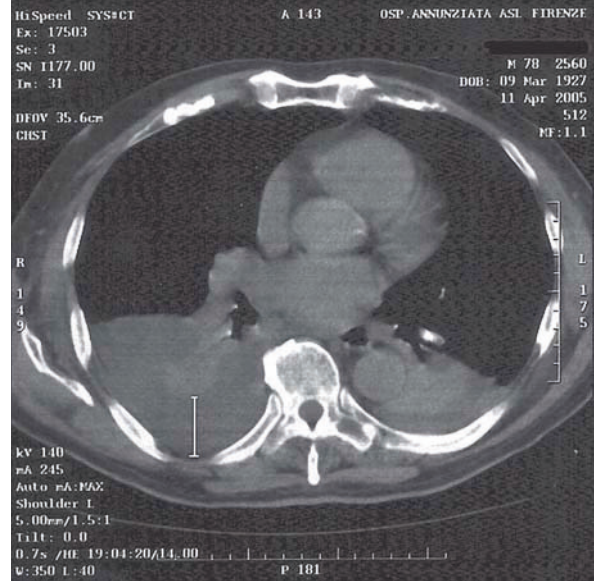
Quando invece la quantità di sangue è superiore a 500 ml alcuni AA. optano per un secondo drenaggio pleurico con o senza l'uso di agenti fibrinolitici nella convinzione di risolvere il quadro clinico con una manovra minimamente invasiva, altri pongono indicazione alla VATS entro 7 giorni al fine di effettuare una toilette accurata che non sarebbe possibile dopo un tempo di attesa più lungo a causa delle aderenze fibrose che il sangue coagulato crea con la superficie pleurica parietale e viscerale [10, 11].

Una esatta valutazione della quantità di sangue ritenuto è difficile da stimare: sembra che la TAC sia il mezzo più idoneo se letta insieme dal radiologo e dal chirurgo (Figg. 8 a e b), mentre risulta insufficiente la radiografia standard del torace; sembra anche molto promettente la possibilità di valutazione offerta dalla ecografia [18].

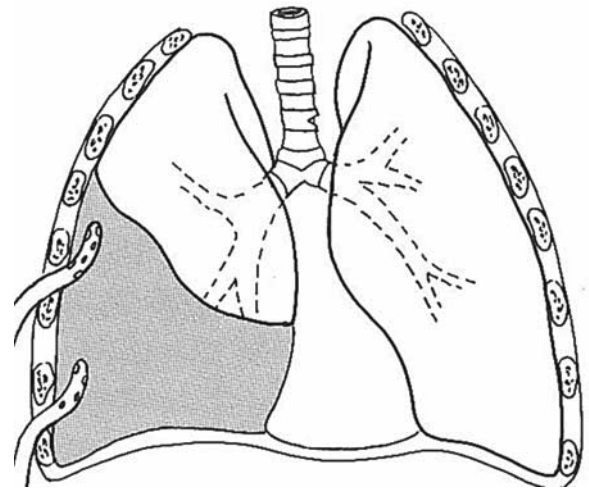
È utile ricordare, a proposito della discussione esistente sulla opportunità o meno di evacuare precocemente e totalmente il sangue dalla pleura con procedure chirurgiche poco invasive, il maggior lavoro di casistica clinica riportato in letteratura [19] che dimostra come in un gruppo di 4000 pazienti trattati con solo tubo toracostomico fu necessaria nel 3,8% dei casi una toracotomia a causa della persistenza di sangue coagulato e che la mortalità correlata con l'intervento di decorticazione fu dell'1,6% nel gruppo di pazienti con emotorace organizzato e del 9,4% in caso di empiema.



**Fig. 7.** Emotorace in riassorbimento. Quadro TAC



**Fig. 8a.** Emotorace > 500 ml. Quadro TAC



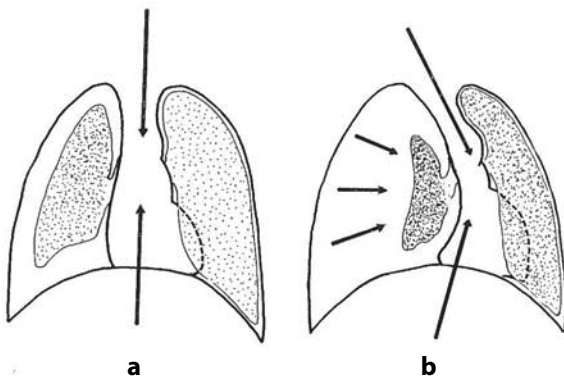
**Fig. 8b.** Disegno schematico di emotorace > 500 ml con duplice drenaggio. Modificato da: Zannini G (1987) Chirurgie specialistiche. Orientamenti attuali. Ed. USES, Firenze

*Empiema post traumatico:* è più frequentemente la conseguenza di una infezione su un emotorace coagulato ritenuto; tuttavia può essere secondario anche a infezione della cavità pleurica dopo ferite penetranti, o per la presenza di un corpo estraneo, o per infezione di tessuto in necrosi. Si manifesta con la comparsa dei segni della sepsi, con l'aumento del versamento pleurico all'esame radiologico e la presenza di liquido corpuscolato, torbido che fuoriesce dal drenaggio. Sospettata la

diagnosi è importante intervenire d'urgenza quando ancora non si sono create estese adesioni fibrinose cioè entro 7 giorni dalla comparsa della sintomatologia clinica (1° stadio dell'empima); dopo questo tempo il processo evolve con la formazione di cotenne fibrinose ampie e sempre più spesse che tendono a coprire tutta la superficie della pleura parietale e viscerale nella zona interessata riducendo l'espansione del polmone (2° stadio dell'empima dal 7° al 14° giorno); l'evoluzione successiva porta alla lenta e lunga fase della fibrosi (3° stadio dell'empima che dura per alcuni mesi) che riduce l'espansibilità del parenchima polmonare e della gabbia toracica (fibrotorace).

**Chilotorace:** è un'eventualità molto rara nei traumi toracici chiusi, più frequente nei penetranti; è dovuta alla lesione del dotto toracico o di collettori collaterali a questo. Nel caso di lesione del dotto principale il solo drenaggio toracico non sarà quasi mai sufficiente, associato a terapia medica, a risolvere il quadro clinico, mentre lo sarà in caso di lesione di collettori collaterali.

**Pneumotorace non risolto:** si intende la persistenza di aria nel cavo pleurico con mancata espansione del polmone dopo 48 ore di drenaggio toracico ben funzionante (Fig. 9). È dovuta quasi sempre a lacerazione polmonare ampia (spesso associata a emotorace persistente) o alla presenza di un moncone costale fratturato penetrante il parenchima polmonare: la VATS consente di porre la diagnosi precisa e di effettuare la terapia del caso riducendo i tempi di ospedalizzazione e le possibili complicanze infettive [11, 14].



**Fig. 9.** Disegno schematico di pneumotorace in compenso (a) ed iperteso (b). Modificato da: Bazan P, D'Angelo M, Frisca A (1972) I drenaggi toracici. Indicazioni e tecniche. Ed. Piccin, Padova

**Ernia polmonare intercostale:** è una complicanza rara di traumi chiusi che abbiano determinato fratture costali e lacerazioni dei muscoli intercostali in cui il parenchima si impegna e contrae aderenze in brevissimo tempo; è più frequente nei traumi penetranti in cui l'agente traumatico abbia portato a perdita di sostanza della parete. L'ernia è più spesso nel contesto della parete toracica, eccezionalmente si fa strada fino al piano cutaneo. Se non trattata in tempi brevi porta a complicanze infettive gravi e/o necrosi del tessuto erniato con successiva infezione.

**Corpi estranei intratoracici:** possono penetrare in cavità pleurica perché essi stessi agenti vulneranti (proiettili) oppure di accompagnamento ad agenti vulneranti diversi (lame di coltello, oggetti acuminati che trascinano frammenti di tessuto o altro materiale estraneo). La necessità della rimozione è misura profilattica verso una sicura infezione della cavità pleurica o anche preventiva di possibili erosioni di grossi vasi da diretto contatto con il corpo estraneo solido, con conseguenze disastrose. La permanenza di un corpo estraneo in torace, anche se non produce infezione, determina come in ogni altro distretto dell'organismo una reazione fibrotica circostante che può portare a complicazioni anche a distanza di anni.

#### Indicazioni discusse

- Emotorace con perdita superiore a 200ml/h per oltre 3 ore
- Sospetta lesione del pericardio e della regione cardiaca in paziente stabile
- Impossibilità al decubito laterale
- Diatesi emorragiche

**Emotorace con perdita superiore a 200ml/h per oltre 3 ore:** alcuni AA di fronte a pazienti che presentano una perdita attiva di 200 ml/h per 3 ore ritengono necessario l'intervento chirurgico con accesso toracotomico immediato, pur in presenza di emodinamica stabile, in quanto ritengono che la fonte dell'emorragia sia con alta probabilità non controllabile o difficilmente controllabile con l'accesso videotoracoscopico: questa convinzione non è confortata dai dati della letteratura [10] che dimostrano come nelle varie casistiche esaminate ben l'82% dei pazienti con emorragia attiva hanno ricevuto il trattamento terapeutico in VATS e solo il 18% ha richiesto una toracotomia per il controllo dell'emorragia. Certamente la condizione *sine qua non* è che l'équipe nel suo complesso sia esperta e in grado di affrontare questa tipologia di pazienti con la procedura toracoscopica.

*Sospetta lesione del pericardio e della regione cardiaca in paziente stabile:* è ritenuta da molti una condizione clinica a rischio da non affrontare in VATS neppure ai fini diagnostici; altri AA. [20, 21] ritengono invece, dopo idonea diagnostica preoperatoria che ragionevolmente escluda lesioni maggiori peraltro improbabili allorché una terapia rianimatoria ha consentito la stabilizzazione del quadro, che sia proponibile una videotoracoscopia diagnostica e, se possibile, terapeutica ponendo il paziente in posizione supina con il bacino e la spalla sollevati dal lato interessato, pronti ad effettuare una conversione in toracotomia o sternotomia qualora fosse necessario.

*Impossibilità al decubito laterale:* è certo che la posizione ideale per effettuare una videotoracoscopia nel trauma e in molte altre patologie è quella laterale che consente un'ampia possibilità di inserimento dei trocar per l'ottica e per gli strumenti operatori e che, associata ai movimenti di lateralità e di inclinazione cranio – caudale del letto operatorio, permette un'agevole visione di tutto il cavo pleurico e del mediastino. Proprio per tali considerazioni pazienti critici come i traumatizzati del torace devono essere affrontati nelle migliori condizioni di visibilità. Tuttavia la posizione supina (Fig. 10), con bacino e spalla sollevati di 25-30° quando non sia possibile porre il paziente in decubito laterale classico, consente, associata con i movimenti di inclinazione laterale del letto operatorio, di effettuare una videotoracoscopia diagnostica ed eventualmente terapeutica efficace sul mediastino anteriore, sulla quasi totalità del polmone, sulla parete toracica anteriore e laterale; non consente invece quasi nessuna manovra sul seno costo frenico posteriore e sul diaframma contiguo pur permettendone una buona visione. La posizione supina è

una scelta obbligata quando il paziente, in genere un politraumatizzato, ha subito fratture del bacino o vertebrali.

*Diatesi emorragiche:* molte riserve esistono nei pazienti con coagulopatie o con disturbi della coagulazione secondari a terapie farmacologiche difficilmente correggibili in tempi brevi a causa della ben nota tendenza a emorragie postoperatorie quando si intervenga sugli organi endotoracici.

#### Controindicazioni accettate

- Instabilità emodinamica
- Intolleranza o impossibilità all'esclusione polmonare unilaterale
- Obliterazione dello spazio pleurico
- Sospetto di lesione dei grossi vasi
- Versamento pericardico abbondante
- Sospetto di lesione di trachea e bronchi
- Emorragia continua superiore a 200 ml/h
- Inesperienza del chirurgo, dell'anestesista o dell'équipe
- Impossibilità di eseguire la procedura in sala operatoria

*Instabilità emodinamica:* tutti gli AA sono concordi nel ritenere questa condizione la più importante controindicazione alla VATS a causa dell'impegno cardio-respiratorio che la procedura richiede di per sé stessa al paziente.

*Intolleranza o impossibilità all'esclusione polmonare unilaterale:* lo scopo della videotoracoscopia nel trauma toracico è ottenere una precisa diagnosi e, se possibile, effettuare la terapia del caso mediante questo accesso; tutto ciò è dimostrato essere impossibile quando non si ottiene il collasso totale del polmone o perché non è tollerato dal paziente oppure perché fattori anatomici o patologici impediscono che ciò avvenga [12]. Le prime esperienze della VATS nel traumatizzato toracico, volutamente e necessariamente fatte in anestesia locale, dimostrarono che la scarsa collaborazione del paziente e la limitatezza del tempo disponibile per l'esame rendevano utile la procedura solo ai fini di una diagnosi sommaria [9].

*Obliterazione dello spazio pleurico:* precedenti patologie pleuriche in anamnesi o interventi chirurgici sul polmone omolaterale sono condizioni che determinano lo sviluppo di aderenze pleuriche tali da non consentire un facile e veloce accesso al cavo pleurico in condizione di emergenza, per cui sono controindicazioni generali alla VATS in ogni patologia.

*Sospetto di lesione dei grossi vasi:* quando gli esami preoperatori (TAC multistrato con mezzo di contrasto in particolare) hanno posto un fondato so-



**Fig. 10.** Posizione dorsale con sostegno bacino e spalla

spetto di lesione di un grosso vaso è assai imprudente scegliere un approccio VATS anche se il paziente è al momento stabile, in quanto l'eventuale lesione momentaneamente tamponata potrebbe divenire attiva e non esistono allo stato attuale garanzie di riuscire a controllarla per il tempo necessario ad effettuare la toracotomia.

*Versamento pericardico abbondante:* per questa condizione si può ripetere quanto si è detto per la sospetta lesione dei grossi vasi. Un modesto versamento pericardico non controindica comunque l'esecuzione della VATS.

*Sospetta lesione della trachea e dei bronchi:* attualmente non è ipotizzabile un accesso minivasivo in questa situazione patologica in quanto l'eventuale riparazione richiede una sutura – plastica non effettuabile con sicurezza, così come lo è in toracotomia.

*Emorragia continua superiore a 200 ml/h:* ci sono pareri discordanti a questo proposito, come riferito precedentemente; la valutazione andrà fatta caso per caso considerando l'insieme dei dati in possesso: stabilità del paziente e mantenimento della stabilità con un supporto minimo, risultanze degli esami radiologici, quantità effettiva della perdita oraria. Certamente è una condizione in cui la decisione di ricorrere ad una toracotomia non può essere ritenuta un trattamento eccessivo.

*Inesperienza del chirurgo, dell'anestesista e dell'équipe:* nessun chirurgo può intraprendere una VATS in un paziente traumatizzato senza avere alle spalle un'esperienza di altre procedure diagnostiche e operative per altre patologie con lo stesso accesso e nei traumi con accesso toracotomico; ugualmente l'anestesista dovrà avere particolare esperienza nelle manovre di intubazione selettiva in modo da ridurre i tempi di induzione anestetica; l'esperienza della équipe infermieristica è fondamentale per capire e anticipare le necessità del chirurgo in considerazione che anche l'infermiere segue le varie fasi dell'intervento attraverso il monitor e può quindi predisporre lo strumentario e il materiale necessario ad una corretta e rapida soluzione dei problemi incontrati.

*Impossibilità di eseguire la procedura in sala operatoria:* l'esperienza dei vari centri ha dimostrato che la VATS può comportare la necessità di convertire in toracotomia; pertanto è controindicato iniziare la procedure nelle sale di emergenza del pronto-soccorso/DEA in quanto carenti di tutte le garanzie di sicurezza fornite da una sala operatoria ordinaria.

## Vie di accesso

### Posizione del paziente

La posizione standard del paziente è quella laterale a 90° (Fig. 11) o a 60° gradi (Fig.12). La prima consente il posizionamento dei trocar in ogni punto della gabbia toracica senza avere ostacoli nella manovra degli strumenti sia che si debbano effettuare trattamenti verso la cupola pleurica, verso il mediastino, o verso il diaframma: è impossibile far assumere al paziente questa posizione quando coesistono lesioni ossee del cingolo scapolare dell'arto superiore. Le possibilità di inclinazione del tavolo operatorio in Trendelenburg e anti - Trendelenburg renderanno ancora più agevoli gli atti chirurgici rispettivamente nella regione diaframmatica e verso la cupola pleurica; le inclinazioni laterali dorsale e ventrale rispettivamente verso il mediastino e verso la doccia costo-vertebrale.



Fig. 11. Posizione laterale classica a 90°



Fig. 12. Posizione laterale a 60°

La posizione laterale a 60° è in molti casi preferibile in quanto offre gli stessi vantaggi della classica a 90° eccetto che una minima limitazione ad azioni nella doccia costo-vertebrale, ma impegna molto meno l'ergonomia del chirurgo che lavora con il braccio anteriore (ventrale) più basso e più vicino al proprio corpo: in interventi chirurgici di durata medio-lunga questo fattore è da tenere in debita considerazione.

I supporti laterali del paziente sono posizionati solo a livello del bacino, sia anteriormente (pube) che posteriormente (sacro), in quanto i supporti toracici possono ostacolare i movimenti degli strumenti operatori: è sufficiente per bloccare il torace una buona e sicura "imbracatura" del braccio omolaterale.

Una minima spezzatura del letto operatorio a livello toracico, compatibile con eventuali lesioni ossee, è utile per allargare gli spazi intercostali e consentire un migliore scorrimento degli strumenti operatori; non è tuttavia essenziale. Il campo operatorio deve essere preparato e delimitato come per una toracotomia standard in modo da non perdere tempo prezioso in caso di conversione.

È importante che il chirurgo ricordi sempre di avere la possibilità durante l'intervento in VATS di poter variare la posizione del tavolo operatorio secondo le esigenze che si possono creare e le regioni da esplorare o di lavoro: troppo spesso l'attenzione posta all'intervento fa dimenticare questa possibilità che agevola nell'esecuzione dello stesso.

### Posizione degli operatori

Il chirurgo si posiziona alle spalle del paziente; l'aiuto a sinistra del chirurgo; la strumentista a sinistra dell'aiuto con il tavolo degli strumenti ai piedi del letto operatorio negli interventi sull'emitorace sinistro; negli interventi sull'emitorace destro, aiuto e strumentista si dispongono alla destra del chirurgo.

Ferma restando la posizione del chirurgo, quella dell'aiuto può variare in base alla sede di azione degli atti operatori: nelle manovre sul mediastino per esempio l'aiuto dovrà porsi sempre a sinistra ma leggermente indietro rispetto al chirurgo; quando si effettuano manovre sul diaframma o sulla cupola pleurica l'aiuto si posizionerà dietro al chirurgo per guidare l'ottica oppure dal lato opposto se c'è la disponibilità di due monitors contrapposti.

### Posizione degli strumenti operatori

La colonna video va posta dal lato ventrale del paziente. I collegamenti con il letto operatorio del cavo dell'ottica e dei tubi di irrigazione-aspirazione

vanno collocati inizialmente in basso: una volta effettuata l'esplorazione toracoscopica e ottenuta una diagnosi precisa può essere utile, ai fini di ridurre gli intralci nelle manovre degli strumenti operatori veri e propri, riposizionare i collegamenti con la colonna in maniera più funzionale.

Gli strumenti accessori, come l'elettrobisturi, il dissectore ad ultrasuoni o quant'altro vanno posti intorno al letto operatorio in maniera tale da non intralciare eventuali spostamenti della colonna video che si rendessero necessari.

### Tipi di trocars

Esistono trocars rigidi e flessibili di calibro da 5,5 mm a 20 mm tutti dotati di mandrino introdotto a estremità smussa.

I trocars rigidi permettono l'introduzione dell'ottica e degli strumenti in maniera agevole senza frizioni dovute al passaggio attraverso gli spazi intercostali; sono preferibili per l'accesso dell'ottica in quanto il toracoscopio non viene compresso dalle coste quando è necessario posizionarlo con un angolo acuto rispetto al piano costale. D'altra parte hanno lunghezza limitata che non permette una stabilità di posizione nel torace di pazienti muscolosi o obesi; inoltre limitano le escursioni dello stelo delle suturatrici meccaniche per lo stesso motivo.

I trocars flessibili espongono il toracoscopio a danni per la compressione delle coste nelle angolazioni acute e danno una maggiore frizione al passaggio degli strumenti a parità di calibro; hanno una lunghezza maggiore dei rigidi, modulabile secondo le esigenze; consentono una ampia libertà di manovra allo stelo delle suturatrici meccaniche.

Nel traumatizzato toracico il primo accesso per l'ottica è in genere lo stesso accesso in cui è stato inserito il tubo toracostomico (di solito 5° spazio intercostale sulla linea ascellare anteriore) ampliando l'incisione cutanea; dopo l'esplorazione della cavità pleurica e l'identificazione delle lesioni gli accessi per gli altri due trocars (quasi sempre indispensabili) saranno funzionali alla sede e alla tipologia delle lesioni da trattare. In linea generale è opportuno posizionare gli accessi sullo stesso spazio intercostale o in quello immediatamente sopra e sottostante in modo da riunire le incisioni cutanee per un'eventuale toracotomia di necessità.

Nel primo accesso è consigliabile usare un trocar di almeno 15 mm, meglio se di 20 mm, che consenta di inserire il toracoscopio e coassiale a questo la cannula da irrigazione e aspirazione utilissima in fase iniziale per pulire il cavo pleurico, identificare le lesioni e decidere con più certezza la sede del 2° e 3° trocar; il calibro di questi va scelto sulla base della

strategia operatoria tenendo presente che l'accesso mediano sarà quello dove si collocherà l'ottica.

### Tipi di ottica

L'ottica da 10 mm a 0° e quella a 30° sono le più comunemente usate; l'ottica a 45° offre dei vantaggi nell'esplorazione di regioni in prossimità dell'inserimento dei trocar, tuttavia richiede una buona esperienza del chirurgo nella visione spaziale e una altrettanto buona capacità operativa da parte dell'aiuto.

La fonte di luce deve essere potente in quanto l'antracosi, spesso presente, o il sangue, liquido o coagulato, attenuano molto la luminosità e la nitidezza della immagine.

Nella fase di esplorazione è consigliabile usare l'ottica a 30° in quanto consente di evitare il contatto con sangue o superficie pleurica sporca più facilmente dell'ottica a 0°; utile tenere sempre a disposizione sul tavolo dello strumentario un contenitore con soluzione fisiologica calda con il duplice scopo di scaldare l'estremità del toracoscopio e lavare la lente in caso di contatto con il sangue.

### Strumentario particolare

Può essere utile avere la disponibilità di un angio-stato da videotoracosopia (Fig. 13 a e b) che può essere usato in caso di emergenza o più frequentemente per eseguire un'emostasi temporanea sul tessuto polmonare lacerato in attesa della procedura

di emostasi definitiva impedendo così inutili perdite di sangue. Molto utile appare anche la pinza di Babcock angolata da 5 mm (Fig. 14 a e b) da inserire in un trocar da 15 mm almeno con la quale è possibile effettuare prese di tessuto in sedi altrimenti di difficile accesso (per es. seno costo frenico, parete toracica vicina ai trocar).

### Anatomia chirurgica endoscopica in relazione al trauma

Il trauma può alterare la normale anatomia della parete toracica e degli organi contenuti. Ai fini del corretto approccio anatomico-chirurgico è importante ricordare alcuni quadri anatomici e principi fondamentali prima di accingersi ad effettuare qualsiasi manovra.

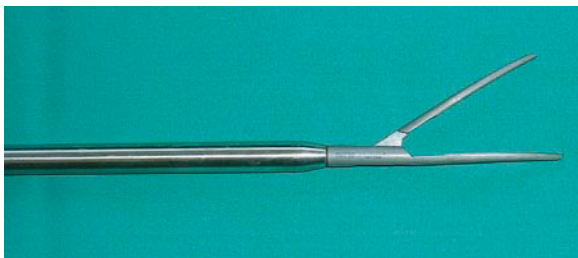
La parete toracica del traumatizzato presenta due caratteristiche alterazioni: ecchimosi subpleuriche e lacerazioni muscolari quasi sempre associate a fratture delle coste. Le ecchimosi subpleuriche, se estese, rendono la visione degli organi sottostanti indefinibile, per cui occorre prudenza nell'incisione della pleura parietale allo scopo di non produrre lesioni iatrogene; le lacerazioni muscolari e le fratture costali possono variare da una minima gravità (frattura di una sola costa) senza penetrazione, fino ad una gravità estrema con plurime fratture costali con monconi penetranti associate a lembo costale mobile: questa eventualità richiede una par-



**Fig. 13a.** Angio stato retto per chirurgia mininvasiva



**Fig. 14a.** Pinza di Babcock da 5 mm



**Fig. 13b.** Angio stato retto per chirurgia mininvasiva – estremità dello strumento



**Fig. 14b.** Pinza di Babcock da 5 mm – estremità dello strumento

icolare attenzione nel trattamento dei monconi costali per non produrre lacerazioni vascolari (arterie intercostali) che il trauma non ha prodotto.

L'aspetto macroscopico del parenchima polmonare può essere alterato a causa della presenza di un ematoma intraparenchimale (polmone epatizzato) (Fig. 15), così come il mediastino può apparire ecchimotico, pur in assenza di lesioni vascolari importanti, in caso di trauma compressivo sternale da decelerazione brusca: nel primo caso la palpazione e la divaricazione del polmone dovrà essere molto cauta e delicata per non produrre lesioni nella pleura viscerale, causa di emorragie talora difficilmente controllabili; nel mediastino ecchimotico sarà quasi sempre ben visibile il decorso del nervo frenico che rappresenta quindi un importante punto di reperi anatomico per effettuare le manovre chirurgiche successive (Fig. 16).

A sinistra l'aorta, dall'arco allo iato diaframmatico, rappresenta con il nervo frenico il punto di re-

pere più importante e sicuro anche in presenza di ecchimosi e lesioni estese. L'identificazione degli organi mediastinici può presentare difficoltà sia a destra che a sinistra in caso di ecchimosi subpleuriche associate a enfisema mediastinico che crea uno scollamento del tessuto areolare del mediastino, rigonfiandolo, allontanando le strutture anatomiche l'una dall'altra.

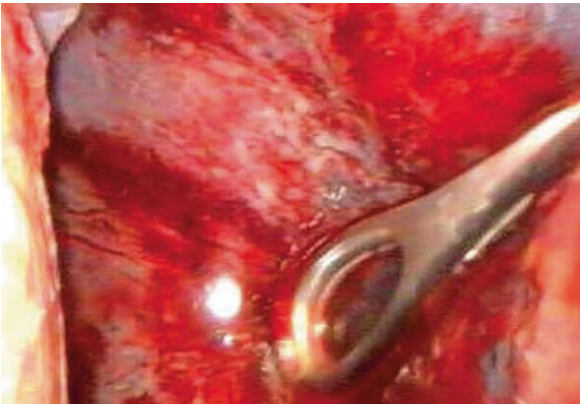
## Interventi chirurgici in relazione al tipo di trauma

### Lesioni del diaframma



Si possono produrre sia per un trauma penetrante, sia per un trauma chiuso: quando la ferita di un trauma penetrante si trova al di sotto della linea del capezzolo o al di sotto dell'angolo della scapola è sempre da sospettare una lesione del diaframma soprattutto a destra. Molte lesioni non vengono diagnosticate precocemente proprio perché non viene posto il sospetto all'esame clinico: la diagnosi tardiva, specie se avviene in corso di strangolamento del viscere erniato, ha una mortalità del 36% [14, 22], per cui molti AA. [10, 11, 14, 17, 23, 24] consigliano la videotoracoscopia precoce (entro 24 ore) quando esiste il sospetto in considerazione dell'alta sensibilità (100%) e specificità (97%) della metodica rispetto a qualunque altro esame diagnostico [10].

La lesione diaframmatica può apparire come semplice soluzione di continuo del muscolo (Fig. 17) oppure con la protrusione in cavo pleurico di omento o di un viscere (stomaco, colon, ileo); a destra l'erniazione del fegato si verifica quando la lacerazione è ampia. È frequente la coesistenza di un emotorace e talvolta di segni di flogosi della pleura se l'agente causa-



**Fig. 15.** Polmone epatizzato lievemente compresso dalla pinza ad anelli



**Fig. 16.** Ecchimosi dell'ilo polmonare e del mediastino – nervo frenico ben visibile

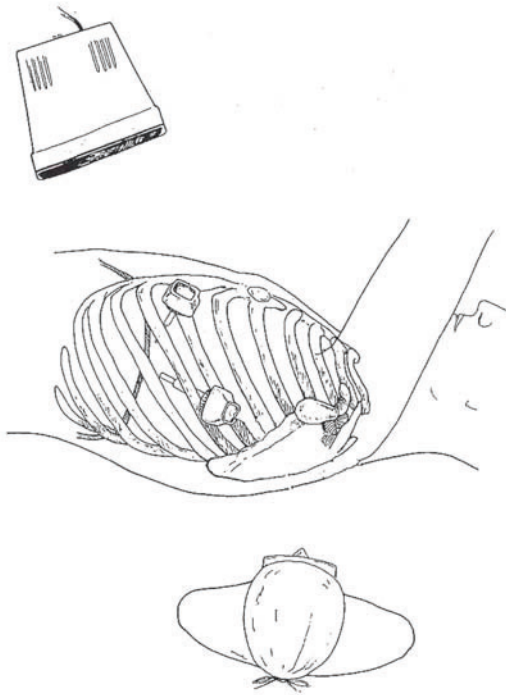


**Fig. 17.** Lacerazione del diaframma da trauma penetrante

le è stato uno strumento sporco, anche a distanza di sole 24-48 dal trauma, per cui è necessario effettuare un'accurata toilette prima della riparazione.

Accertata la presenza della lesione diaframmatica il tavolo operatorio deve essere posto in posizione di Trendelenburg di 15°-20° in modo da avere una più agevole visione della superficie del muscolo, che deve essere delicatamente appiattito con un tampone montato da chirurgia mininvasiva per esplorare bene la parte posteriore che è sempre poco visibile; l'operatore si posiziona all'altezza della nuca del paziente e gli strumenti operatori sono diretti in basso, mentre la colonna toracoscopica sarà posizionata dal lato opposto del paziente all'altezza del bacino (Fig. 18). La riposizione in addome dei visceri è il primo atto chirurgico; chirurghi esperti in suture intracorporee possono riparare soluzioni di continuo di lunghezza modesta (3-4 cm) anche mediante questo accesso [17], altri preferiscono effettuare la sutura attraverso una minitoracotomia nel 6°-7° spazio intercostale [11], altri ancora suturano il diaframma in toracotomia e controllano successivamente la qualità della riparazione con una laparoscopia che permette anche un controllo sulla integrità dei visceri addominali [24].

La sutura deve essere praticata con monofilamento non riassorbibile di calibro 0 o superiore.



**Fig. 18.** Disegno schematico della posizione operatore, trocars e colonna nelle lesioni diaframmatiche. Modificato da: Paletto E (1975) *Tecnica chirurgica. Parete toracica*. Polmoni. Ed. UTET, Torino

Qualunque sia la modalità scelta per la riparazione può essere indicata una laparoscopia allo scopo di valutare l'eventuale presenza di lesioni associate degli organi addominali.

### Fratture costali

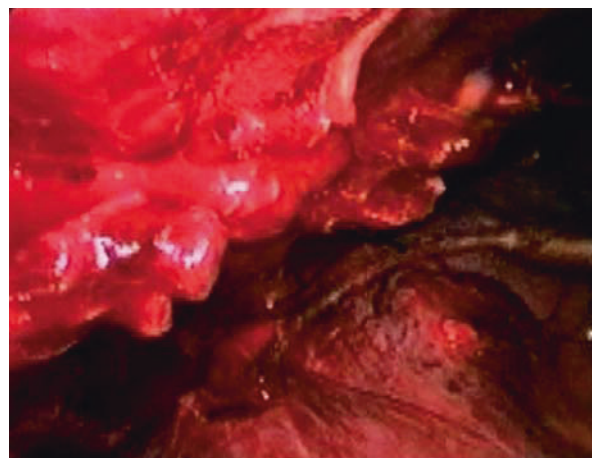


Le fratture costali semplici, uniche o plurime, senza penetrazione dei monconi ossei in cavità e senza lembo mobile, non richiedono quasi mai un trattamento chirurgico; solo i casi che per lesioni vascolari (vasi intercostali) presentano un emotorace importante non controllato con il solo drenaggio toracostomico saranno sottoposti a VATS per la complicità emorragica.

Le fratture costali complesse, cioè monconi costali penetranti e lembo mobile, hanno indicazione chirurgica. Il trattamento open si avvale di tecniche ormai consolidate come l'osteosintesi con placche di Judet o con fili di Kirschner che sono effettuate con un'esposizione del campo operatorio generalmente ampia e quindi con invasività in rapporto all'entità del trauma parietale.

In questi casi la VATS permette un'esatta visione delle lesioni parietali e parenchimali: la distruzione parietale e le lacerazioni parenchimali sono evidenti dopo l'accurata toilette del sangue presente nel cavo pleurico e il lavaggio a pressione della superficie pleurica traumatizzata (Fig. 19).

Il trattamento chirurgico consiste nell'accurata toilette del cavo pleurico, nell'effettuazione della emostasi dei vasi intercostali sanguinanti e dei monconi costali fratturati, nella rimozione di eventuali frammenti costali liberi e recentazione di tessuto



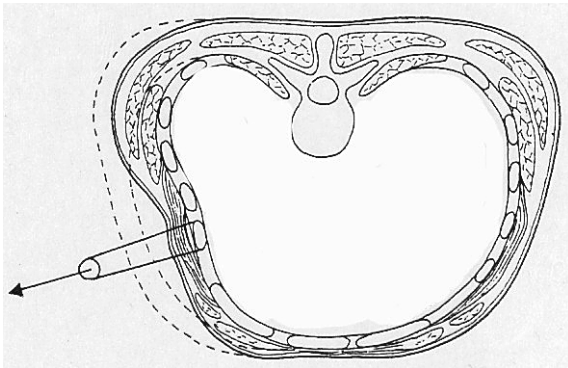
**Fig. 19.** Fratture costali multiple penetranti – lacerazione polmonare

muscolare non vitale, nella sutura delle lacerazioni polmonari. Nei pazienti con profonda penetrazione di monconi costali e nei lembi costali mobili può essere attuato con semplici manovre il trattamento di riduzione usando la tecnica della trazione esterna (Fig. 20): verificata in videotoracoscopia la mobilità delle coste o del lembo attraverso delicate manovre di sollevamento dall'interno mediante uno strumento e la direzione di trazione per riacquisire la posizione normale si passa un filo di sutura di grosso calibro (n° 2) attraverso lo spazio intercostale a monte e a valle della zona interessata e si portano all'esterno le due estremità; si applica poi al filo, mediante un semplice sistema di trazione su carrucola fissato al letto un peso di 1/1,5 Kg che risulta sufficiente per riposizionare le coste o il lembo costale nella sua sede entro 10 giorni (Figg. 21, 22).

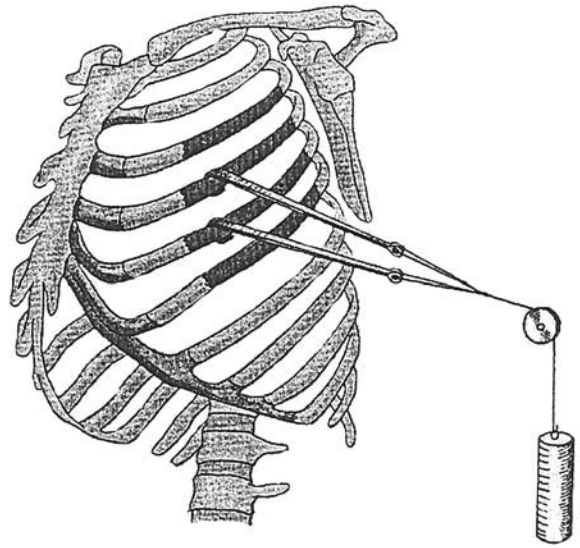
La tecnica, un tempo usata con una certa frequenza e poi sostituita dall'intubazione tracheale a pressione positiva e dall'osteosintesi costale presenta diversi vantaggi: contribuisce all'emostasi delle ampie zone traumatizzate (muscoli intercostali, monconi costali, vasi subpleurici), riduce il dolore postoperatorio, evita spesso la necessità dell'intubazione tracheale per giorni e le possibili complicanze da questa derivanti, consente una buona stabilizzazione della gabbia toracica in 8/10 giorni dopo i quali la trazione può essere sospesa e il filo facilmente "sfilato". Nell'esperienza degli Autori è sempre stata una metodica di grande efficacia nel trattamento di questo particolare gruppo di pazienti che hanno avuto la trazione per 10 giorni senza complicanze.

### Emotorace

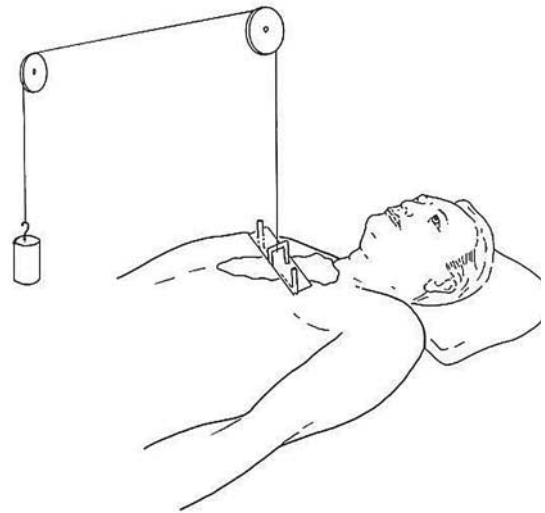
Nei pazienti con emotorace è consigliabile accedere al cavo pleurico attraverso un trocar da 15/20



**Fig. 20.** Disegno schematico di trazione esterna costale. Modificato da: Paletto E (1975) *Tecnica chirurgica. Parete toracica. Polmoni*. Ed. UTET, Torino



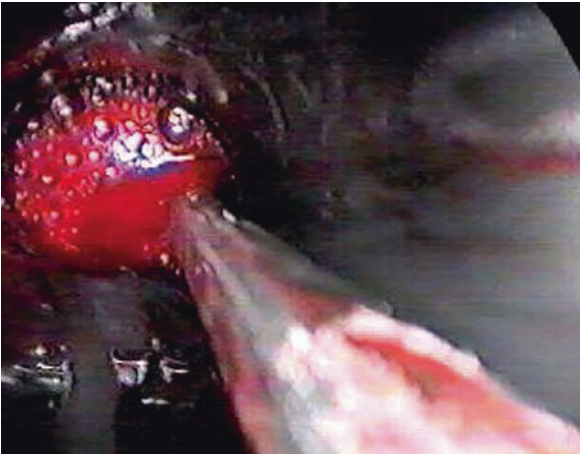
**Fig. 21.** Disegno schematico di trazione esterna di lembo costale mobile laterale. Modificato da: Paletto E (1975) *Tecnica chirurgica. Parete toracica. Polmoni*. Ed. UTET, Torino



**Fig. 22.** Disegno schematico di trazione esterna di lembo mobile sternale. Modificato da: Paletto E (1975) *Tecnica chirurgica. Parete toracica. Polmoni*. Ed. UTET, Torino

mm e con un'ottica da 30 gradi coassiale ad una cannula da aspirazione: ciò permette di aspirare sotto visione il sangue liquido che penetra nel trocar prima che sporchi la lente (Fig. 23). L'ottica a 30° può essere posizionata, una volta in cavità, ad un livello superiore rispetto al versamento per continuare le manovre chirurgiche.

Nella fase iniziale lo spazio aereo operativo disponibile in pleura è quasi sempre ridotto a causa del fenomeno del "galleggiamento" del polmone non

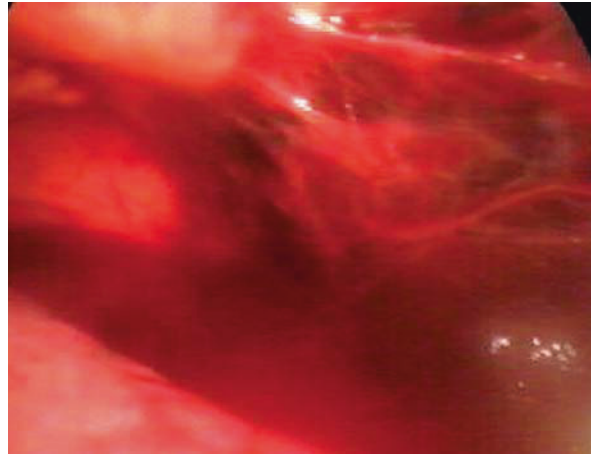


**Fig. 23.** Introduzione dell'ottica coassiale alla cannula di aspirazione

aerato sul versamento, e della presenza dello stesso versamento e del sangue coagulato: pertanto il primo atto chirurgico consiste nell'accurata aspirazione della parte liquida attraverso l'aspiratore coassiale all'ottica e nel prelievo di un campione per un esame culturale utile per verificare una possibile contaminazione dal tubo toracostomico precedentemente inserito; se sono presenti aderenze pleuriche, queste debbono essere subito sezionate con forbici elettrocoagulate introdotte sempre nello stesso trocar dell'ottica: ciò consente al polmone di collassare con sensibile miglioramento della visione intraoperatoria. Localizzata la sede dell'ematoma organizzato è necessario posizionare un secondo accesso (trocar da 10 mm o superiore) nel punto più idoneo per permetterne un'aspirazione accurata.

L'ematoma organizzato (Fig. 24), che ha formato una pseudomembrana facilmente lacerabile nei primi giorni, può essere aspirato con ripetute manovre di lavaggio - aspirazione usando una cannula da 10 mm. Quando non è possibile una completa toilette con gli strumenti mininvasivi si può ricorrere a cannule da aspirazione da chirurgia convenzionale o a pinze ad anelli tradizionali per afferrare ed estrarre ematomi ormai fortemente organizzati, oppure utilizzare apparecchiature dedicate o la stessa pompa peristaltica della colonna toracoscopica per effettuare l'idrodissezione.

Una volta ottenuta una buona toilette la luminosità del campo operatorio aumenta perché non è più presente l'effetto "assorbente" del sangue. La ricerca della sede o delle sedi di emorragia è allora agevole: individuata la fonte del sanguinamento può essere necessario un ulteriore accesso che andrà scelto in base alle manovre richieste per effettuare l'emostasi: questa è quasi sempre possibile con strumenti per elettrocoagulazione monopolare o



**Fig. 24.** Emotorace: parte liquida e parte solida

bipolare, oppure mediante l'applicazione di punti di sutura: la sutura manuale piuttosto che meccanica è preferibile quando l'emorragia proviene da una lacerazione del parenchima polmonare su tessuto contuso ed ecchimotico.

L'intervento si conclude con il posizionamento sotto visione di due drenaggi, uno apicale e uno basale, che verranno rimossi dopo due - tre giorni se il decorso è normale.

Una buona toilette dell'emotorace organizzato si ottiene se l'intervento è praticato entro 7 giorni dall'evento: dopo questo periodo infatti le aderenze formatesi tra coaguli e superficie polmonare sono via via più tenaci ed espongono a lacerazioni polmonari anche estese con le conseguenze conosciute (emorragie, perdite aeree) [11]: risulta pertanto indicato attenersi ad un protocollo di trattamento che preveda una videotoracosopia precoce proprio per ridurre le complicazioni di un trattamento tardivo [25-27] (Fig. 25).

## Empiema

Il timing dell'intervento chirurgico in VATS per il trattamento dell'empiema è codificato: entro 7 giorni la possibilità di effettuare una buona toilette è elevata; tra 7 e 15 giorni è buona; tra 15 e 21 giorni è modesta; oltre le 3 settimane è praticamente nulla [28].

La scelta dell'accesso alla pleura dipende dalla localizzazione della cavità empiematica e dalle sue dimensioni: negli empiemi di piccola e media entità (< 300 ml) posti sul diaframma e sulla parete infero-laterale è opportuno posizionare i trocari attraverso il 3°-4° spazio intercostale come negli inter-



**Fig. 25.** Protocollo di trattamento dell'emotorace traumatico

venti sul diaframma penetrando nello spazio pleurico sano; negli empiemi di cospicua entità (> 300 ml) o situati nel campo medio e/o superiore i trocarcs devono essere posizionati sia nella parte sana sia attraverso la cavità empiematica.

In entrambi i casi dopo l'aspirazione del pus fluido l'isolamento e lo scollamento delle placche fibrino-purulente che rivestono la pleura parietale e viscerale può essere effettuato con strumenti e modalità diverse: la tecnica ideale consiste nell'idrodissezione con getto d'acqua a pressione erogato con apparecchiature dedicate (idrodissetto a getto d'acqua) oppure, meno efficacemente, con la pompa peristaltica della colonna toracoscopica; in alternativa possono essere usati i tamponi da videotoracoscopia, la pinza ad anelli e gli strumenti da presa atraumatici (pinza di Babcock angolata) nell'intento di sollevare le placche con il minimo trauma per il tessuto sottostante.

L'idrodissezione con idrodissetto a getto d'acqua offre il vantaggio di scollare le placche fibrino-purulente dalla superficie pleurica senza causare microemorragie come invece si registra con gli altri metodi. In caso di emorragie di piccola entità dalla superficie pleurica è indicata l'emostasi con argon piuttosto che con elettrobisturi; in caso di lacerazioni polmonari di piccole dimensioni non è necessario effettuare nessuna procedura, nelle lacerazioni maggiori è opportuno porre punti di sutura o in casi eccezionali ricorrere ad una wedge resection.

La toilette che si può ottenere dipende dal grado di adesione delle placche fibrino-purulente che è minore negli empiemi di recente insorgenza, maggiore in quelli più datati [10, 11, 17, 28] con percentuali di successo dal 100% al 54% e con necessità di conversione nel 28-35% dei casi. Al termine della toilette è indicato un accurato lavaggio del cavo pleurico con soluzione fisiologica con antibiotici o con antisettici iodati, e il posizionamento di due tubi di drenaggio nelle sedi più declivi allo scopo di ridurre le recidive, presenti nel 4% [17].

## Perdite aeree persistenti

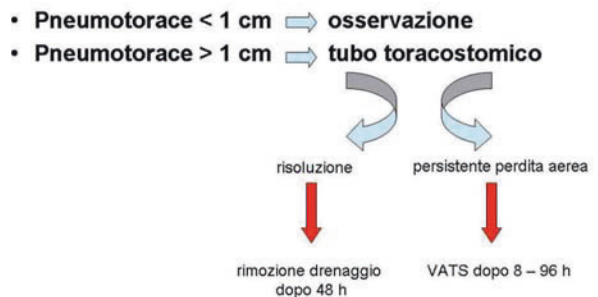


Il pneumotorace persistente oltre le 48 ore dall'inserimento del drenaggio toracico è dovuto sempre a lacerazioni del parenchima polmonare di discrete dimensioni (> 2 cm), oppure alla presenza di un moncone costale penetrante, o anche alla presenza di lacerazioni parenchimali in corrispondenza di aree con ematomi o ecchimosi estese.

L'accesso dell'ottica al cavo pleurico avviene attraverso l'incisione del tubo toracostomico; gli accessi successivi saranno stabiliti sulla base della sede e del tipo di lesioni riscontrate.

Le lacerazioni polmonari marginali o in corrispondenza di aderenze pleuriche pregresse che hanno facilitato la rottura pleuro-parenchimale si possono trattare con una resezione a cuneo (wedge), mentre le lacerazioni in corrispondenza delle scissure devono essere suturate manualmente ponendo attenzione al passaggio dei punti che non dovranno essere profondi. Quando è presente un ematoma o un'ampia ecchimosi nella sede della lacerazione l'uso della stapler è controindicato a causa del rischio di apertura della linea di sezione-sutura anche se protetta da guaine di Goretex. Risulta pertanto preferibile una sutura manuale a punti staccati che permetta una modulata tensione del filo nel serrare il nodo. Non è indicato in questi pazienti aggiungere all'intervento una procedura per ottenere una sinfisi pleurica, così come spesso è indicato nel pneumotorace spontaneo, in quanto sovente sono soggetti giovani con teorica possibilità di avere necessità in futuro di altri interventi sul torace; solo in caso di pazienti anziani in cui coesistono, diagnosticate all'atto operatorio, blebs che vengono trattate con un intervento reattivo è giustificato un procedimento di pleurodesi.

Il trattamento precoce delle perdite aeree persistenti è coronato da successo quasi nel 100% dei casi e riduce i tempi di ospedalizzazione in maniera significativa rispetto al trattamento ad oltranza col solo tubo toracostomico [29, 30] (Fig. 26).



**Fig. 26.** Protocollo di trattamento del pneumotorace traumatico

## Ernia polmonare



L'ernia polmonare vera consiste nella penetrazione del parenchima polmonare in una lacerazione della parete per fratture costali e distruzione muscolare con difficoltà alla riduzione del tessuto erniato; va distinta dalla lassa penetrazione del polmone in breccie parietali spesso visibile nei traumi toracici, facilmente riducibile con una modesta trazione.

È in genere una tipica sorpresa chirurgica durante una videotoroscopia effettuata per altra indicazione, diagnosticata con un'accurata esplorazione ruotando l'ottica sull'asse per visualizzare tutta la superficie parietale.

Il polmone erniato appare come saldato dentro una perdita di sostanza della parete toracica, è difficilmente riducibile e nelle manovre di riduzione, anche se delicate, può subire lacerazioni; in questi casi sarà opportuna una wedge resection minima. La perdita di sostanza della parete toracica richiede il posizionamento di una protesi quando è di dimensioni ampie.

La diagnosi e il trattamento in VATS preven- gono complicanze infettive importanti e con lenta risoluzione [31].

## Rimozione di corpi estranei

La rimozione di corpi estranei deve essere precoce, quando si sia accertata la loro presenza dopo un trauma: la loro permanenza in torace stimola infatti la produzione di tessuto fibroso circostante che renderà impegnativo a distanza di tempo il tentativo di rimozione. A seconda della composizione il corpo estraneo sarà localizzato con la semplice radiografia o con TAC, indagini da eseguire sempre prima di procedere all'intervento chirurgico.

Se la rimozione è precoce non ci saranno difficoltà nella localizzazione e relativa estrazione con pinze comuni da toracosopia o da chirurgia "open" a seconda dei casi; se la rimozione avviene a distanza di tempo dalla penetrazione è prevedibile un discreto sanguinamento nella liberazione delle aderenze fibrose formatesi.

## Chilotorace

Il paziente con chilotorace post traumatico dovrà ingerire due ore prima dell'intervento una quantità di 150-200 ml di crema o altra sostanza grassa che permetta di visualizzare la fistola chilosa, altrimenti non facilmente identificabile.

L'accesso alla cavità pleurica avviene con tre trocars dal lato dove è presente il chilotorace; si proce-

de ad un'accurata toilette con lavaggi ripetuti con acqua a pressione e ad incisione della pleura mediastinica a monte e valle della presunta sede della rottura.

Se il punto esatto della lesione viene identificato, dopo scollamento e sollevamento dell'esofago, si pongono multiple clips metalliche lungo il decorso del dotto toracico che decorre appoggiato sul rachide dorsale; se invece il punto esatto della lesione non viene identificato è necessario cercare e isolare il dotto toracico immediatamente sopra il diaframma nell'angolo formato dall'aorta discendente e la parete posteriore dell'esofago in una zona integra: la capacità risolutiva e di ingrandimento dell'ottica toroscopica facilita il riconoscimento del dotto principale.

Quando l'identificazione non è possibile è necessario convertire in toracotomia postero-laterale al 7° spazio intercostale per ricercare il dotto e/o porre punti di sutura non riassorbibili nella sede del suo decorso; alcuni AA. consigliano, in caso di mancata identificazione, di effettuare un talcaggio pleurico [11].

## Emopericardio

Il paziente con sospetto emopericardio, con emodinamica stabile, deve essere posizionato in decubito dorsale con un cuscino sotto il bacino e uno sotto la spalla sinistra per ottenere una minima rotazione del tronco; il campo operatorio deve essere preparato e delimitato per una toracotomia o una sternotomia se necessarie.

L'accesso dell'ottica è attraverso il 6° spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore; eventuali altri accessi sono sullo stesso spazio o immediatamente sopra in modo da avere una continuità nella linea di incisione di una eventuale toracotomia. La VATS permette di confermare o porre una diagnosi più esatta, difficile da ottenere con altre metodiche diagnostiche (Ecografia, TAC, RMN), e talvolta di effettuare il trattamento che può consistere nell'eseguire una finestra pericardica o una sutura sul pericardio in caso di lacerazione. La possibilità di convertire in toracotomia o sternotomia rende l'approccio mininvasivo sicuro in mani di chirurghi esperti ed è un'alternativa alla finestra pericardica sottotifoidea [11, 32].

## Emomediastino

Non c'è indicazione alla VATS per l'emomediastino se non quando si associano lesioni di altri or-

gani: accertato con gli strumenti di imaging che non siano presenti lesioni dei grossi vasi, la VATS permette di confermare la diagnosi e di identificare la causa della raccolta ematica localizzata o diffusa nella regione. Nelle raccolte ematiche del mediastino anteriore è agevole identificare linee di frattura dello sterno come causa del sanguinamento; non richiedono nessun tipo di trattamento; nelle ecchimosi estese a tutto il mediastino, che appare quasi omogeneamente di colore bluastro, è opportuno non incidere la pleura mediastinica a scopo evacuativo in quanto la risoluzione del quadro patologico avviene spontaneamente in pochi giorni.

## Complicanze

Le complicanze della videotoroscopia nel trauma toracico non si differenziano dalle comuni complicanze della metodica nelle patologie non traumatiche.

Le complicanze da inserimento di trocar, come emorragie dai vasi intercostali o lacerazioni del parenchima polmonare aderente nella sede di inserzione sono possibili, ma anche evitabili usando le appropriate cautele nella esecuzione delle manovre chirurgiche.

Le complicanze specifiche sono in letteratura rare, circa il 2% dei casi trattati nelle varie casistiche [10, 11, 16, 17], e distinte in complicanze intraoperatorie e postoperatorie.

Le complicanze intraoperatorie generali sono rappresentate da aritmie cardiache, causate spesso da compressione o contatto con strumenti operativi da toroscopia; da desaturazione di ossigeno, per tappi di muco o sangue presenti nell'albero bronchiale del polmone sano oppure per difficoltà di ventilazione del polmone non escluso a causa delle conseguenze del trauma subito anche da questo (edema, microemorragie alveolari); non sono descritte complicanze emorragiche importanti quando l'indicazione alla VATS in questo tipo di pazienti è stata rispettata, pur essendo sempre evenienze possibili.

Le complicanze postoperatorie riportate con maggior frequenza sono: la persistente perdita aerea, dovuta a lesioni misconosciute o incompleta riparazione di lesioni accertate; il pneumotorace saccato, più frequente nel paziente operato per emotorace ritenuto o per empiema in cui il polmone aderisce alla parete precocemente prima che tutto il parenchima abbia avuto modo di espandersi; il cosiddetto fenomeno del "polmone intrappolato" caratteristico degli interventi per empiema al 2° e 3° stadio in cui la perdita della elasticità del paren-

chima associata alla persistenza di placche di fibrina sulla superficie limitano molto la riespansione.

L'empitema recidivo e gli ascessi subfrenici sono complicanze possibili nel postoperatorio di questi pazienti.

Tutti gli AA sono concordi nel ritenere la VATS un intervento con minore morbilità rispetto alla toracotomia a pari gravità dei pazienti trattati [10, 11, 16, 17].

## Risultati immediati

Ribadito ulteriormente il concetto che l'accesso videotoracoscopico è gravato da una morbilità inferiore rispetto all'approccio "open", è da sottolineare che in letteratura risultano ben pochi i casi di mortalità postoperatoria correlata con la VATS; molti ricercatori non riferiscono alcuna mortalità [11]; gli Autori stessi non hanno mai riscontrato alcun decesso.

È interessante notare come nelle esperienze di molti Centri i pazienti trattati con videotoroscopia hanno avuto una degenza postoperatoria inferiore (1-2 giorni) rispetto a quelli trattati conservativamente con solo tubo toracostomico: è significativo segnalare che i pazienti sottoposti a VATS, proprio per le caratteristiche dei protocolli seguiti, avrebbero dovuto essere quelli con lesioni più importanti e quindi con una ipotetica degenza superiore rispetto a quei pazienti trattati con solo tubo toracostomico; i dati della casistica degli Autori avvalorano le affermazioni di altri che confermano una minore degenza dei pazienti sottoposti a VATS precoce in caso di emotorace e pneumotorace.

Di rilievo pare anche la constatazione che le unità di sangue trasfuse nei pazienti più gravi trattati con VATS siano state uguali a quelle trasfuse nei pazienti con terapia conservativa.

In letteratura non esistono studi che paragonino i costi del trattamento conservativo e della VATS in questo tipo di pazienti: gli Autori hanno in corso uno studio in tal senso.

## Risultati a distanza

Risultati a lungo termine di particolare rilievo nel traumatizzato toracico sono rappresentati dalla conservazione o meno della capacità ventilatoria a distanza dal trauma e dalla necessità di essere sottoposti a nuovi interventi in conseguenza di complicanze dovute al trauma stesso.

Per quanto riguarda il primo aspetto in letteratura non ci sono studi di controlli a distanza che dimostrino in maniera scientificamente valida le conseguenze del trauma sulla funzionalità respiratoria nei pazienti sottoposti a VATS rispetto a quelli trattati con metodo conservativo o con toracotomia. L'impressione degli Autori, sulla base dell'esperienza di 4 pazienti della casistica personale che praticavano sport a livello agonistico professionistico o semiprofessionistico e che hanno ripreso totalmente l'attività senza nessuna diminuzione della funzionalità respiratoria, è che la VATS offra maggiori possibilità di restituire integrità al complesso meccanismo che regola la funzione polmonare.

Per quanto riguarda le conseguenze a lungo termine della persistenza di raccolte ematiche e/o purulente nella cavità pleurica e la necessità di sottoporre questi pazienti a decorticazione la letteratura è concorde nell'affermare che questo evento debba essere prevenuto a causa della alta incidenza di mortalità riscontrata (rispettivamente 1,6% per emotorace ritenuto, e 9,4% per empiema) [19].

## Conclusioni

La videotoroscopia è oggi uno strumento importante che aumenta le possibilità diagnostiche, terapeutiche e preventive nel paziente con trauma toracico.

È strumento **diagnostico** nelle lesioni del diaframma, nella identificazione delle sedi di sanguinamento e di perdita aerea, nell'ernia polmonare.

È strumento **terapeutico** nelle lesioni del diaframma, nella emostasi dei vasi sanguinanti, nella evacuazione di raccolte ematiche liquide e organizzate, nella toilette dell'empiema, nella rimozione di corpi estranei, nella riduzione di fratture costali multiple, nella riduzione di ernie polmonari.

È strumento **preventivo** di complicanze gravi come l'emotorace ritenuto e l'empiema cronico che richiedono interventi chirurgici toracotomici impegnativi con alta morbilità e mortalità.

Molti chirurghi toracici non credono ancora all'utilità della VATS nel traumatizzato toracico. È comunque indispensabile che il chirurgo toracico debba avere la sua learning curve sulla tecnica in patologie non traumatiche e solo dopo avere acquisito una buona familiarità con tutti gli atti chirurgici correlati all'approccio videoassistito debba affrontare questa particolare tipologia di pazienti, difficili per le condizioni, per la visione anatomica, per la varietà di situazioni patologiche

riscontrabili. Solo dopo un adeguato training le perplessità sull'efficacia della metodica possono essere superate.

È altrettanto importante non credere che la VATS possa essere eseguita in tutti i pazienti traumatizzati: le controindicazioni sono ben codificate e come tali vanno rispettate anche da chirurghi esperti nel trattamento di traumi toracici in chirurgia convenzionale ed esperti di chirurgia videotoroscopica. Lo sviluppo che la metodica potrà avere in futuro potrà forse ampliarne il campo di applicazione mantenendo sempre presenti la sicurezza del paziente e l'efficacia e l'utilità della tecnica.

Da sottolineare infine l'importanza della équipe che opera con il chirurgo: in primo piano l'anestesista e l'aiuto chirurgo dovranno avere maturato la stessa learning curve del chirurgo operatore e non da meno dovrà essere per l'infermiere strumentista.

## Bibliografia

1. Beeson A, Saegesser F (1983) Color Atlas of Chest Trauma and Associated Injuries. Oradell, Medical Economics Books
2. Ehrlich PF, Rockwell S, Kincaid S et al (2002) American College of Surgeons, Committee on Trauma Verification Review: does it really make a difference? *J Trauma* 53:811-816
3. Burford TH, Burbank B (1945) Traumatic wet lung: observation on certain physiologic fundamentals of thoracic trauma. *J Thorac Surg* 14:415
4. Rovenstine EA, Byrd ML (1939) The use of regional nerve block during treatment for fractured ribs. *Am J Surg* 46:303
5. Branco MJ (1946) Thoracoscopy as a method of exploration in penetrating injuries of the thorax. *Dis Chest* 12:330-335
6. Senno A, Moallem S, Quijano ER et al (1974) Thoracoscopy with the fiberoptic bronchoscope. *J Thorac Cardiovasc Surg* 67:606-611
7. Senno A, Moallem S, Quijano ER et al (1975) Fiberoptic thoracoscopy. *NY State J Med* 75:51-56
8. Jackson AM, Ferreire AA (1976) Thoracoscopy as an aid to the diagnosis of diaphragmatic injury in penetrative wounds of the left lower chest: a preliminary report. *Injury* 7:213-217
9. Jones JW, Kitahama A, Webb WR et al (1981) Emergency thoracoscopy: a logical approach to chest trauma management. *J Trauma* 21:280-284
10. Villavicencio R.T, Aucar JA, Wall MJ Jr (1999) Analysis of thoracoscopy in trauma. *Surg Endosc* 13:3-9
11. Lang-Lazdunski L, Chapuis O, Pons F et al (2003) La vidéothoroscopie dans les traumatismes et plaies du thorax. *Ann Chir* 128:75-80
12. Smith RS, Fry WR, Tsoi EK et al (1993) Preliminary Report on Videothoracoscopy in the Evaluation and Treatment of Thoracic Injury. *Am J Surg* 166:690-695

13. Sosa JL, Arrillaga A, Sleeman D et al (1994) Missed diaphragmatic injuries that were diagnosed and treated thoracoscopically. *J Trauma* 36:424-427
14. Wong MS, Tsoi EK, Henderson VJ et al (1996) Videothoracoscopy. An effective method for evaluating and managing thoracic trauma patients. *Surg Endosc* 10:118-121
15. Weissberg D, Refaely Y (1996) Pleuroscopy Therapeutic applications. *Scand J Thor Cardiovasc Surg* 30:1-10
16. Liu DW, Liu HP, Liu PJ et al (1997) Video-Assisted Thoracic Surgery in Treatment of Chest Trauma. *J Trauma* 42:670-674
17. Lowdermilk GA, Naunheim KS (2000) Thoracoscopic evaluation and treatment of thoracic trauma. *Surg Clin North Am* 80:1535-1542
18. Velmahos GC, Demetriades D, Chan L et al (1999) Predicting the Need for Thoracoscopic Evacuation of Residual Traumatic Hemothorax: Chest Radiograph is Insufficient. *J Trauma* 46:65-70
19. Coselli JS, Mattox KL, Beall AC Jr (1984) Reevaluation of early evacuation of clotted hemothorax. *Am J Surg* 148:786
20. Morales CH, Salinas CM, Henao CA et al (1997) Thoracoscopic pericardial window and penetrating cardiac trauma *J Trauma* 42:273-275
21. Pons F, Lang-Lazdunski L, De Kerangal X et al (2002) The role of videothoracoscopy in management of precordial thoracic penetrating injuries. *Eur J Cardiothorac Surg* 22:7-12
22. Kern JA, Tribble CG, Spotnitz WD et al (1993) Thoracoscopy in the Subacute Management of Patients With Thoracoabdominal Trauma. *Chest* 104:942-945
23. Freeman RK, Al-Dossari G, Hutcheson KA et al (2001) Indications for using video-assisted thoracoscopic surgery to diagnose diaphragmatic injuries after penetrating chest trauma. *Ann Thorac Surg* 72:342-347
24. Lomanto D, Ponn PL, So JBY et al (2001) Thoracoscopic repair of traumatic diaphragmatic rupture. *Surg Endosc* 15:323-324
25. Heniford BT, Carrillo EH, Spain DA et al (1997) The role of thoracoscopy in the management of retained thoracic collections after trauma. *Ann Thorac Surg* 63:940-943
26. Meyer DM, Jessen ME, Wait MA et al (1997) Early evacuation of traumatic retained hemothoraces using thoracoscopy: a prospective, randomized trial. *Ann Thorac Surg* 64:1396-1400
27. Carrillo EH, Richardson JD (1998) Thoracoscopy in the management of hemothorax and retained blood after trauma. *Curr Opin Pulm Med* 4:243-246
28. Mandal AK, Thadepalli H, Mandal AK et al (1997) Post-traumatic Empyema Thoracis: a 24-Year Experience at a Major Trauma Center. *J Trauma* 43:764-771
29. Carrillo EH, Schmacht DC, Gable DR et al (1998) Thoracoscopy in the management of posttraumatic persistent pneumothorax. *J Am Coll Surg* 186:636-639
30. Schermer CR, Matteson BD, Demarest GB III et al (1999) A prospective evaluation of video-assisted thoracic surgery for persistent air leak due to trauma. *Am J Surg* 177:480-484
31. Reardon MJ, Fabre J, Reardon PR et al (1998) Video-assisted repair of a traumatic intercostals pulmonary hernia. *Ann Thorac Surg* 65:1155-1157
32. Pons F, Lang-Lazdunski L, De Kerangal X et al (2002) The role of videothoracoscopy in management of precordial thoracic penetrating injuries. *Eur J Cardiothorac Surg* 22:7-12

## Premesse

Le indicazioni elettive alla videotoracosopia, dopo anni di revisioni e ripensamenti critici, sono ben standardizzate e sostenute da largo consenso. Negli ultimi anni, con l'evolversi della tecnologia e della pratica, sono comparse in letteratura, con frequenza sempre maggiore, indicazioni insolite o rare [1, 2].

In breve tempo alcune di queste (impianto di pace-maker epicardico, harvesting arterioso intratoracico per by-pass coronarico, simpaticectomia toracica, vagotomia) hanno dimostrato una tale efficacia ed ottenuto un consenso così ampio da essere ormai inserite di fatto fra le indicazioni elettive.

Per altre indicazioni in cui l'approccio videotoracosopico è stato riportato con minor frequenza, o addirittura in modo episodico come "case report", manca ancora una messa a punto completa dell'argomento e l'applicazione varia secondo l'esperienza personale del chirurgo.

## Indicazioni insolite

- Asportazione di corpi estranei endotoracici (post-traumatici, post-chirurgici, iatrogeni).
- Applicazione di agenti chimici (colla di fibrina, ecc.) su tramiti fistolosi broncopleurici e parenchimali recenti ed in corso di chilotorace.
- Biopsie extratoraciche (epatiche/renali) per via transdiaframmatica.
- Sutura di breccia diaframmatica nel trattamento del versamento pleurico cronico associato ad ipertensione portale.
- Posizionamento di pacing wire diaframmatico nei pazienti con singhiozzo cronico ed intrattabile.

## Indicazioni rare o episodiche

- Trattamento di esostosi costali sintomatiche.
- Resezione della prima costa nell'outlet syndrome.
- Diatermoablazione di noduli neoplastici epatici.

L'asportazione di corpi estranei intratoracici rappresenta il gruppo più numeroso e l'approccio vi-

deotoracosopico consente la rimozione in modo semplice, con un'alta percentuale di successo e scarse complicanze.

### Corpi estranei post-traumatici



Sono rappresentati perlopiù da proiettili, frammenti di ferro, legno, vetro, tessuto, plastica [3-10].

Nei casi in cui il corpo estraneo non abbia provocato gravi lesioni degli organi intratoracici, o non ci sia l'immediato pericolo che le provochi, la videotoracosopia può essere eseguita in elezione [4, 5, 7] (Fig. 1 a e b).

Nei casi in cui coesista una lesione importante delle strutture parenchimali, vascolari o cardiache l'intervento deve essere eseguito in emergenza e la via d'accesso preferita rimane, ovviamente, la toracotomia postero-laterale o la sternotomia.

### Corpi estranei iatrogeni o post-chirurgici



Risultano al secondo posto in ordine di frequenza [7-10].

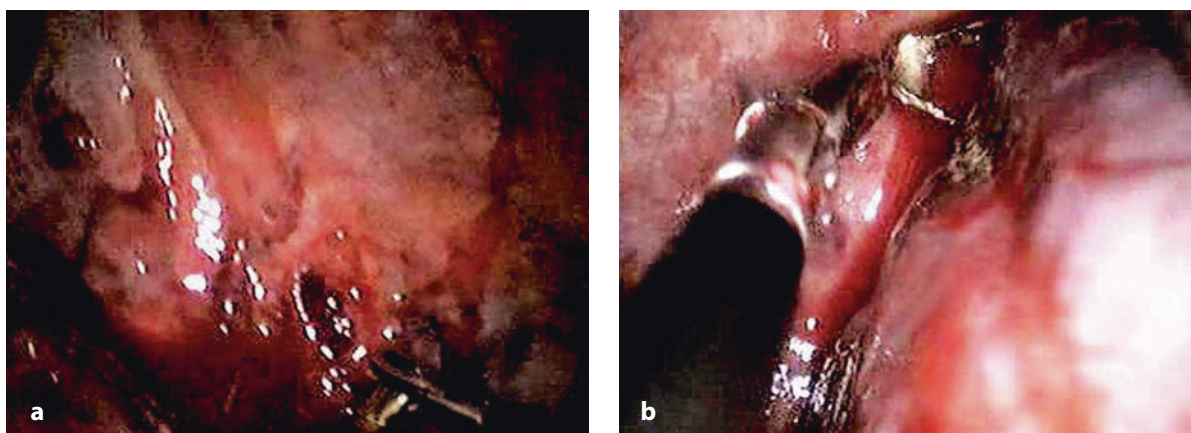
Gli esempi sono numerosi, come ad esempio i fili di Kirschner per osteosintesi costale, sternale o clavicolare che si mobilizzano dalla sede originaria e migrano, parzialmente o totalmente, all'interno del cavo pleurico.

Nel cavo pleurico si possono trovare anche frammenti di cateteri endovenosi centrali o di drenaggi endopleurici [3] (Fig. 2 a e b).

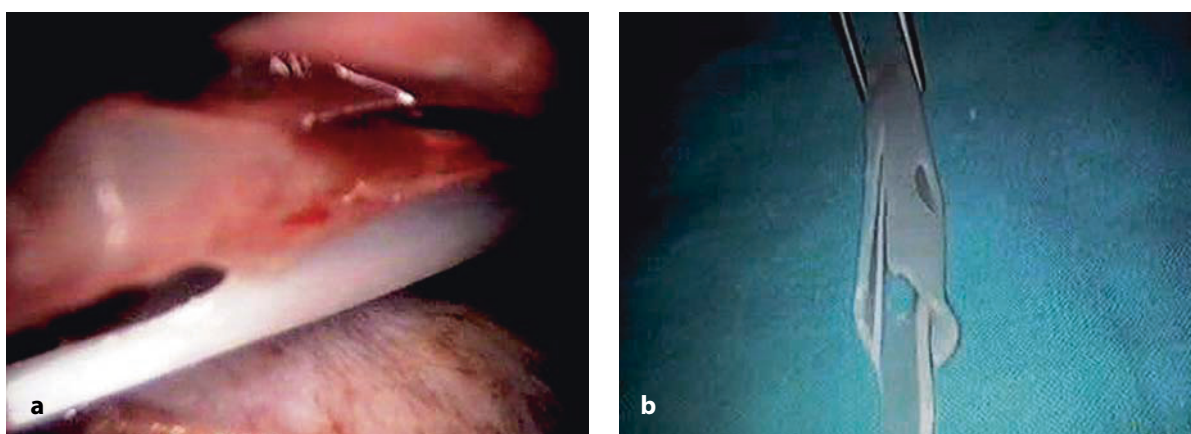
### Fistole broncopleuriche e parenchimali post-chirurgiche



Se recenti possono essere trattate con l'applicazione di colla di fibrina in videotoracosopia. La metodica è semplice ed efficace. L'approccio VATS, consentendo anche la lisi di aderenze, la toilette del cavo pleurico residuo e un drenaggio mirato, aumenta notevolmente la percentuale di successo [11, 12] (Fig. 3).



**Fig. 1.** Duplice frammento di proiettile ritenuto in cavo pleurico. Si nota la rimozione videoendoscopica del primo frammento in adiacenza alla sede d'ingresso del proiettile (a) e la rimozione del secondo frammento (b)



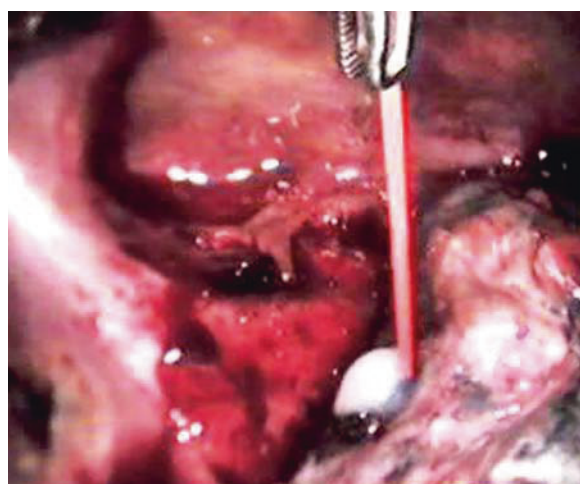
**Fig. 2.** Frammento di drenaggio toracico ritenuto in cavo (a). Il frammento dopo rimozione videoendoscopica (b)

### **Chilotorace**

Anche in caso di chilotorace può essere utilizzata la colla di fibrina per chiudere la fistola chiusa, soprattutto se non sia possibile visualizzare direttamente la breccia linfatica e non risulti possibile effettuare direttamente la chiusura diretta con punti di sutura o clips metalliche [2].

### **Pacing wire diaframmatico**

Il posizionamento videotorascopico di un pacing wire diaframmatico è posto fra le indicazioni insolite unicamente per l'esiguo numero di casi in cui viene utilizzato. Per altri versi è analogo all'applicazione del pace-maker epicardico che è considerata, nei centri ad alta esperienza, un'indicazione elettiva [13].



**Fig. 3.** Applicazione videoendoscopica di Tissucol® in presenza di fistola parenchimale successiva ad intervento di segmentectomia atipica polmonare destra

## Biopsie epatiche e renali

Possono essere eseguite in videotoroscopia quando la lesione è facilmente aggredibile dal torace, come nel caso di noduli epatici immediatamente sottodiaframmatici [2].

## Breccia diaframmatica in corso di idrotorace epatico

Una breccia diaframmatica anche minima può essere causa di versamento pleurico cronico specialmente se esiste un'ipertensione portale associata. In questi casi è possibile suturare la breccia in videotoroscopia; la metodica consente inoltre il taccaggio pleurico garantendo un'alta percentuale di successi.

## Esostosi costali

L'indicazione al loro trattamento si pone qualora siano sintomatiche (dolore, emo/pneumotorace, emopericardio, aritmia cardiaca, singhiozzo cronico).

L'intervento consiste nella semplice fresatura del tratto esuberante che può essere agevolmente eseguita in un unico tempo endoscopico. Nell'asportazione di un tratto costale il tempo videoendoscopico consente di visualizzare con esattezza il segmento interessato e liberarlo da eventuali aderenze o aggancci con le strutture adiacenti ed essere guida per un'eventuale accesso chirurgico a cielo aperto [14].

## Outlet syndrome

Anche l'asportazione della prima costa nella sindrome dello stretto superiore può essere eseguita in videotoroscopia e rientra quindi nelle indicazioni insolite [15-17]. L'esiguità dei dati riportati in letteratura lascia tuttavia ancora un dubbio sulla reale efficacia di tale metodica in questo tipo di patologia.

## Diatermoablazione di noduli neoplastici epatici

Allo stesso modo delle biopsie, quando i noduli sono localizzati in aree immediatamente sottodiaframmatiche, possono essere agevolmente ed efficacemente sottoposti a diatermoablazione in videotoroscopia [18, 19].

## Casistica clinica

Nel periodo 2000-2004 presso la Cattedra ed Unità Operativa di Chirurgia Toracica dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Modena sono stati eseguiti 365 interventi di chirurgia videotoroscopica. In 4 casi, pari allo 1,09%, le indicazioni possono essere ascritte al capitolo delle indicazioni insolite.

Il primo caso è rappresentato dalla asportazione di un proiettile calibro 9 spezzato in due frammenti entrambi ritenuti liberi in cavo pleurico; il proiettile aveva provocato una lacerazione del lobo inferiore del polmone destro ed una contusione del diaframma e della parete toracica, con fratture costali.

L'asportazione di entrambi i frammenti è stata eseguita rapidamente e con successo in videotoroscopia a tre accessi (12 mm-12 mm-7 mm).

Si è poi proceduto ad una minitoracotomia laterale per suturare la breccia parenchimale che aveva contorni sfrangiati ed irregolari.

Altri due casi sono rappresentati da corpi estranei iatrogeni. In un caso si trattava di un frammento di catetere endopleurico, in sede da 12 giorni per un versamento neoplastico ricorrente, che si era dapprima angolato e poi spezzato rimanendo libero in cavo pleurico. In quest'occasione l'approccio videotoroscopico a due accessi (12 e 7 mm) ne ha consentito agevolmente l'asportazione.

Il secondo caso era un drenaggio endopleurico, posizionato a seguito di lobectomia polmonare inferiore, incarcerato nell'ansa del filo posizionato per l'avvicinamento costale. All'atto della rimozione il drenaggio si era lacerato ed un frammento di circa 10 cm era rimasto all'interno del cavo pleurico.

La rimozione è stata eseguita in videotoroscopia utilizzando una sola porta endoscopica da 20 mm.

L'ultimo caso è rappresentato da un paziente sottoposto ad intervento di segmentectomia atipica del segmento anteriore del lobo polmonare inferiore destro, su 3 colpi di GIA 75 Thick®, per neoplasia squamosa. A 10 giorni dall'intervento persisteva fuga aerea dal drenaggio. È stata eseguita una videotoroscopia a due accessi (20 mm, 7 mm) nel corso della quale si è visualizzata la deiscenza di un breve tratto della sutura meccanica. L'applicazione di Tissucol® direttamente sulla lesione, dopo toilette del cavo pleurico e dell'area interessata, ha consentito l'immediata e stabile risoluzione della sintomatologia ed il paziente è stato dimesso in 4° giornata.

## Conclusioni

Le indicazioni elettive alla videotoroscopia sono oggi ben codificate. Esistono alcune indicazioni di

raro od episodico riscontro per cui può essere proposto l'approccio videotoroscopico.

Il gruppo delle indicazioni insolite che è maggiormente rappresentato in letteratura è sicuramente composto dai corpi estranei endotoracici siano essi post-traumatici o iatrogeni.

La rimozione in videoendoscopia è di solito facile e risolutiva e con minima invasività.

In alcuni casi può presentare difficoltà particolari legate alla natura del corpo estraneo, alla sede di localizzazione o alle lesioni associate. In questi casi l'approccio videotoroscopico può o deve essere completato da una minitoracotomia per il trattamento delle lesioni concomitanti.

## Bibliografia

1. Dieter RA Jr (1995) Thoracoscopy for surgeons. Diagnostic and Therapeutic. Infrequent indications. Igaku-Shoin, New York, 173-183
2. Dieter RA Jr, Dieter RA III (1998) Unusual and infrequent indications for thoracoscopy. *Int Surg* 82:15-20
3. Albrink MH, Mc Allister EW (1994) Thoracoscopic retrieval of a fractured thoracentesis catheter. *Chest* 106:614
4. Bartek JP, Grascch A, Hazelrigg SR (1997) Thoracoscopic retrieval of foreign bodies after penetrating chest trauma. *Ann Thorac Surg* 63:1783-1785
5. Boulanger B, Lahmann B, Ochoa J (2001) Minimally invasive retrieval of a foreign body after penetrating lung injury. *Surg Endosc* 15:1043
6. Davies B, Black E, Vaughan R et al (2004) Thoracoscopic drainage and a foreign body removal from a posterior mediastinal abscess. *Eur J Cardiothorac Surg* 25:897-898
7. Dinka T, Kovacs O, Kotsis L (2004) Emergency video-assisted thoracoscopic surgery for intrathoracic foreign bodies. *Magy Seb* 57:346-350
8. Ikeda H, Andou A, Mitani H et al (2005) Successful removal of an intrapulmonary aberrant needle under video-assisted thoracoscopic surgery: report of a case. *Kyobu Geka* 58:407-409
9. Kamiyoshihara M, Kakegawa S, Otani Y et al (2005) Video-assisted thoracoscopic surgery for migration of an orthopaedic fixation wire in the mediastinum: report of a case. *Kyobu Geka* 58:403-405
10. Venissac N, Alifano M, Dahan M et al (2000) Intrathoracic migration of Kirschner pins. *Ann Thorac Surg* 69:1953
11. Ito S, Tagawa T, Nakamura A et al (1998) Experience with thoracoscopic surgery for primary bronchial stump fistula after pneumonectomy. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 46:957-960
12. Thistlethwaite PA, Luketich JD, Ferson PF et al (1999) Ablation of persistent air leaks after thoracic procedures with fibrine sealant. *Ann Thorac Surg* 67:575-577
13. Shaul DB, Danielson PD, McComb JG et al (2002) Thoracoscopic placement of phrenic nerve electrodes for diaphragmatic pacing in children. *J Pediatr Surg* 37:974-978
14. Alifano M, Morcos M, Molina T et al (2003) An unusual case of hiccup: costal exostosis. Treatment by video-assisted thoracic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 23:1056-1058
15. Al-Sayyad MJ, Crawford AH, Wolf RK (2005) Video-assisted thoracoscopic surgery: the Cincinnati experience. *Clin Orthop Relat Res* 434:61-70
16. Ohtsuka T, Wolf RK, Dunsker SB (1999) Port-access first-rib resection. *Surg Endosc* 13:940-942
17. Urschel HC Jr (1993) Dorsal sympathectomy and management of thoracic outlet syndrome with VATS. *Ann Thorac Surg* 56:717-720
18. Ishikawa T, Kohno T, Shibayama T et al (2001) Thoracoscopic thermal ablation therapy for hepatocellular carcinoma located beneath the diaphragm. *Endoscopy* 33:697-702
19. Teramoto K, Kawamura T, Takamatsu S et al (2005) Laparoscopic and thoracoscopic approaches for the treatment of hepatocellular carcinoma. *Am J Surg* 189:474-478

## Premesse

La videotoroscopia è nata all'inizio degli anni 90 del secolo scorso quando, sull'onda del successo della videolaparoscopia, si è iniziato ad eseguire interventi videoassistiti anche in chirurgia toracica. I vantaggi di questa metodica sono subito apparsi evidenti grazie alla visione intraoperatoria magnificata, alla mininvasività, all'ottima tolleranza, al pregevole risultato estetico.

Gli aspetti negativi rilevati, peraltro intrinseci alla tecnica, erano rappresentati dalla mancanza di una visione stereoscopica e dalla impossibilità a procedere ad una palpazione intraoperatoria completa. Questi aspetti che limitano la chirurgia videoassistita rappresentano i punti di forza della chirurgia "open" che a sua volta è però gravata da problematiche come l'invasività e la scarsa tolleranza nei pazienti critici.

Le due metodiche possono essere quindi considerate complementari e possono essere proposte in associazione.

La chirurgia toracica "open" videoassistita rappresenta pertanto la sintesi ideale dei due approcci, in cui siano apprezzabili i vantaggi di entrambi senza che ne compaiano i relativi svantaggi.

I due accessi così concepiti vengono ad avere un valore sinergico che consente di garantire una resa ed un risultato migliore che non utilizzando uno solo dei due.

L'intervento eseguito con tecnica "open" videoassistita consente infatti:

- Un accesso mininvasivo con incisione chirurgica minima, sensibilmente più contenuta che con la sola tecnica "open", con un risultato migliore dal punto di vista estetico ed un sensibile miglioramento del dolore postoperatorio risultando ridotta la dissezione dei muscoli della parete toracica.
- Una visione intraoperatoria magnificata dal supporto video che può rendere possibile l'intervento pur con un'incisione dimensionalmente ridotta.
- L'esecuzione del tempo palpatorio con modalità più efficace che con la sola metodica videoendoscopica di *palpazione monodigitale* (*palpazione bidigitale* o, in alcuni casi, *palpazione manuale*).
- L'utilizzo di strumentario di chirurgia convenzionale per facilitare l'esecuzione dei tempi chirurgici.
- Un'agevole rimozione del pezzo operatorio dal cavo pleurico utilizzando incisioni e tragitti di estrazione differenti (Tab. 1).

Questo approccio combinato consente l'esecuzione di interventi anche complessi con le medesime tecniche della chirurgia "open" pur garantendone la mininvasività.

L'ottica può essere introdotta attraverso una porta toracoscopica specifica oppure attraverso il miniaccesso "open": in entrambi i casi il risultato appare ottimo in termini di visione e luce intraoperatoria.

I campi di impiego sono rappresentati dalla chirurgia polmonare, esofagea, mediastinica, diafram-

**Tabella 1.** Parametri a confronto delle tre tecniche, videoendoscopica, "open" videoassistita e convenzionale

	Accesso totalmente videoendoscopico	Accesso "open" videoassistito	Accesso "open" convenzionale
Invasività	+	++	+++
Visione intraoperatoria	+++	+++	++
Efficacia tempo palpatorio	+	++	+++
Possibilità di utilizzo di strumentario convenzionale	+	++	+++
Estrazione pezzo operatorio	+	++	+++

matica, cardiaca; le relative indicazioni per tipologia di intervento si stanno progressivamente estendendo.

I diversi accessi proposti comprendono:

- La minitoracotomia videoassistita
- La sternotomia videoassistita
- La mediastinotomia videoassistita
- La cervicotomia videoassistita
- La laparotomia videoassistita.

## Minitracotomia videoassistita



È sicuramente l'accesso più utilizzato in chirurgia toracica "open" videoassistita.

In questo caso si esegue una minitoracotomia (5-8 cm) associata ad 1-3 porte toracoscopiche a seconda delle necessità. La minitoracotomia risulta di dimensioni piuttosto contenute e comporta una sezione minima dei muscoli intercostali, a differenza della minitoracotomia convenzionale. Il divaricamento costale, pur operato da un retrattore di piccole dimensioni, non elimina il dolore postoperatorio ma lo riduce notevolmente a differenza delle metodiche eseguite con tecnica esclusivamente "open".

Le resezioni polmonari maggiori (lobectomia, pneumonectomia) possono essere eseguite con tecnica completamente videoendoscopica o in minitoracotomia videoassistita.

Nel primo caso si esegue comunque un'incisione di 3-6 cm detta minitoracotomia di servizio (*utility thoracotomy*) che consente di inserire strumenti convenzionali, eseguire alcune manovre chirurgiche, posizionare immediatamente un angiostato in caso di emergenza, permettere una rapida conversione in toracotomia, estrarre il pezzo operatorio. Il divaricamento costale viene effettuato solo al termine dell'intervento, in caso di difficoltà all'estrazione del pezzo, riducendo il rischio di compressione sul nervo intercostale e contenendo sensibilmente il dolore postoperatorio [1, 2].

Nel secondo caso invece, come suesposto, il divaricamento costale si protrae per tutto l'intervento: la compressione ed il traumatismo del nervo possono verificarsi ma solitamente in misura minore rispetto ad una toracotomia classica. Per tali motivi la metodica, pur non considerandosi una tecnica totalmente videoendoscopica, conserva i vantaggi degli accessi mininvasivi [3, 4].

In corso di minitoracotomia videoassistita, l'incisione è di dimensioni inferiori rispetto alla minitoracotomia standard (10-12 cm) ed alla toracotomia classica (15-18 cm) (Figg. 1 e 2), e per tali motivi inizialmente veniva denominata *microtoracotomia* [5].



**Fig. 1.** Intervento di sbrigliamento del cavo pleurico per empiema. Minitracotomia con associata una porta toracoscopica



**Fig. 2.** Intervento di sbrigliamento del cavo pleurico per empiema. Incisione chirurgica al termine dell'intervento (meno di 7 cm)

Il supporto video, garantendo un'ottima visuale intraoperatoria, rende infatti possibile un accesso "open" estremamente contenuto.

Nel grado di invasività questo approccio va considerato superiore alle tecniche totalmente videoendoscopiche ma inferiore rispetto a quelle convenzionali (Tab. 2).

Solitamente la minitoracotomia si esegue al IV-V spazio intercostale lateralmente: si cade in tal modo sulla regione dell'ilo polmonare e comunque in un punto equidistante dalle limitanti sagittali e trasversali del cavo pleurico. Variazioni potranno essere previste in relazione alla sede della patologia ed al tipo di intervento programmato.

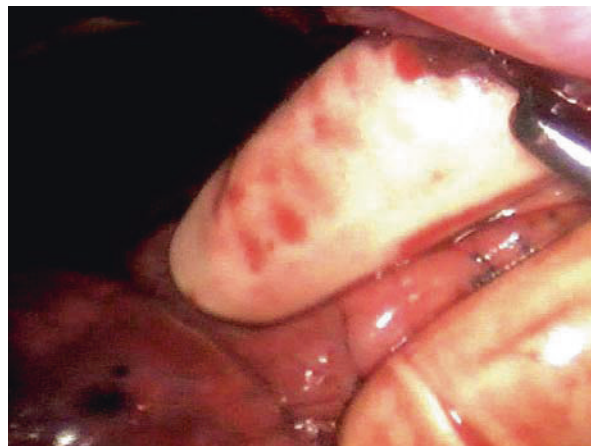
Le indicazioni alla minitoracotomia videoassistita sono rappresentate da gran parte degli interventi di chirurgia toracica eseguibili con tecnica "open" convenzionale. È necessario distinguere i casi in cui:

- L'intervento in minitoracotomia videoassistita viene programmato già dall'inizio.
- La minitoracotomia videoassistita si effettua come conversione di un intervento videoendoscopico per la comparsa di difficoltà tecniche (pleurolisi/sbrigliamento non agevole, emorragia di media entità, mancata identificazione palpatoria di una neoformazione). In caso di pleurolisi/sbrigliamento non agevole o di emorragia di media entità la conversione può risolvere il problema con l'utilizzo di strumentazione convenzionale. In caso di mancata identificazione di una neoformazione, la minitoracotomia ci permette una palpazione più completa che naturalmente non comporterà l'utilizzo dell'intera mano come nelle tecniche "open" ma che almeno consentirà l'impiego di due dita (*palpazione bidigitale*) a differenza della *palpazione monodigitale* delle tecniche completamente videoendoscopiche: in tal modo potrà essere esplorato il parenchima polmonare per l'individuazione di noduli anche particolarmente piccoli (Figg. 3 e 4).

Questo accesso viene utilizzato anche in chirurgia cardiaca (rimozione di pacemakers infetti, chirurgia della valvola aortica e mitralica, rivascularizzazione miocardica, reinterventi) in pazienti in cui sia indicato evitare la sternotomia [6-10].

**Tabella 2.** Accessi toracici ad invasività crescente

1. Tecnica totalmente videoendoscopica
2. Tecnica totalmente endoscopica con minitoracotomia di servizio
3. Tecnica con minitoracotomia videoassistita
4. Tecnica con minitoracotomia standard
5. Tecnica con toracotomia muscle-sparing
6. Tecnica con toracotomia standard



**Fig. 3.** Intervento di doppia metastasectomia polmonare sinistra. Palpazione bidigitale attraverso la minitoracotomia



**Fig. 4.** Intervento di doppia metastasectomia polmonare sinistra. Incisione chirurgica al termine dell'intervento (circa 7 cm)

## Sternotomia videoassistita

Gli interventi eseguiti in sternotomia videoassistita possono interessare la chirurgia toracica e quella cardiaca. Il supporto video permette l'esecuzione di interventi anche complessi garantendo una visione ottimale, permettendo in alcuni casi di limitare l'estensione della sternotomia e riducendo in tal modo l'invasività della tecnica.

In chirurgia toracica può essere effettuata l'esofagectomia transternale videoassistita senza accesso toracico (VATRE) che prevede una cervicotomia ad U ed un'incisione sternoaddominale longitudinale con sternotomia mediana.

La dissezione radicale dei linfonodi viene eseguita sotto visione diretta dal collo al mediastino superiore e dal mediastino inferiore all'addome superiore, mentre la linfadenectomia del mediastino medio si effettua con l'ausilio dell'ottica toracoscopica [11].

Viene descritta anche una tecnica estetica di tiroidectomia senza cervicotomia in caso di voluminosi gozzi ad estensione mediastinica: l'accesso si compone di una sternotomia longitudinale parziale superiore (*split sternale*) combinata ad assistenza videoendoscopica attraverso 2-3 porte toracoscopiche [12].

In cardiocirurgia si segnala l'utilità del supporto video nei casi di resternotomia in reinterventi ad alto rischio.

Il videotoroscopio, fatto progredire nello spazio retrosternale grazie ad un retrattore sternale attraverso un'incisione sottoxifoidea, permette sotto visione diretta la lisi di eventuali aderenze tra strutture mediastiniche e sterno, un'emostasi accurata e la successiva resternotomia in condizioni di assoluta sicurezza [13].

## Mediastinotomia videoassistita

La mediastinotomia parasternale classica (McNeill e Chamberlain, 1966) risulta un utile accesso al mediastino anteriore-superiore e, a sinistra, permette di raggiungere le stazioni linfonodali della finestra aorto-polmonare e preaortiche (N5, N6). L'intervento comporta l'asportazione di un frammento della III° cartilagine costale e la legatura del peduncolo dei vasi mammari interni.

La mediastinotomia parasternale sinistra videoassistita o videomediastinoscopia parasternale permette di ottenere i medesimi risultati della tecnica "open" pur con una invasività chirurgica ridotta.

L'incisione chirurgica risulta infatti più contenuta, non è necessario asportare un frammento di cartilagine costale ed il peduncolo vascolare mammario interno non viene legato ma delicatamente retratto [14, 15].

La tecnica, che ha ormai sostituito la mediastinotomia parasternale convenzionale, presenta una buona sensibilità e specificità nei riguardi soprattutto della stadiazione preoperatoria del cancro broncopolmonare in caso di sospetta positività delle stazioni N5 ed N6: viene indicata quando la mediastinoscopia cervicale, che rappresenta il gold standard nella stadiazione chirurgica, non risulta significativa e necessita di tecniche diagnostiche complementari [15].

L'argomento viene trattato in un Capitolo a parte.

## Cervicotomia videoassistita

Esistono numerosi interventi al torace che possono avvalersi di un approccio cervicotomico videoassistito.

Codificata da tempo è l'esofagectomia transmediastinica videoassistita, dove si esegue la dissezione dell'esofago toracico senza toracotomia.

Viene utilizzato un mediastinoscopio opportunamente modificato che viene introdotto attraverso la cervicotomia longitudinale presternocleidomastoidea sinistra e raggiunge il piano compreso tra esofago e fascia prevertebrale. Da qui può essere iniziata la dissezione esofagea nei piani anteriore e posteriore procedendo progressivamente verso il basso sotto controllo visivo diretto [16]. L'argomento risulta materia di trattazione di un Capitolo specifico.

La timectomia in corso di miastenia gravis può essere eseguita con una tecnica che preveda una cervicotomia anteriore a collare, l'uso di un sospenditore sternale per permettere di aumentare lo spazio all'interno del mediastino superiore e l'introduzione di un'ottica toracoscopica di 30° dalla stessa cervicotomia.

L'accesso cervicale videoassistito consente un'agevole timectomia ed un'accurata asportazione del grasso peritimico mediastinico grazie soprattutto alla visione videoendoscopica magnificata, evitando al paziente miastenico il trauma rappresentato dalla sternotomia [17].

Una tecnica analoga che comunque prevede sempre un sospenditore sternale può essere utilizzata per timectomie in pazienti non miastenici e portatori di patologia benigna ed in casi selezionati anche in corso di timomi maligni [18].

Da tempo viene eseguita la timectomia per miastenia gravis con accesso toracoscopico bilaterale associato a cervicotomia. Questa tecnica, descritta da Novellino et al. nel 1994 comporta una cervicotomia trasversale che consente l'isolamento della porzione cervicale del timo con rimozione del grasso peritimico, e successivamente il posizionamento di un sospenditore retrosternale che, aumentando lo spazio mediastinico, garantisca un'agevole visione toracoscopica. Attraverso le porte toracoscopiche (3 a destra e 3 a sinistra) viene ultimata la dissezione del timo e del tessuto adiposo peritimico. Il pezzo operatorio viene infine estratto dalla cervicotomia [19].

Ricordiamo infine l'intervento di paratiroidectomia mediastinica che si realizza effettuando un'incisione cervicotomica anteriore combinata ad assistenza videoendoscopica attraverso la medesima cervicotomia [20].

## Laparotomia videoassistita

L'accesso laparotomico, pur essendo un'accesso addominale, può essere utilizzato in chirurgia toracica perché permette di raggiungere il mediastino, il cavo pleurico e gli organi endotoracici. Consente pertanto, in alcune situazioni ben definite, di eseguire interventi di chirurgia toracica senza aprire il torace.

Questo tipo di accesso può presentare diversi vantaggi: un tempo palpatorio polmonare ottimale eseguito con l'intera mano (*tecnica HATS: Hand Assisted Thoracic Surgery*), l'utilizzo di strumenti convenzionali ed infine un tragitto alternativo all'estrazione del pezzo operatorio evitando l'esecuzione di una minitoracotomia di servizio.

Mineo e coll. [21] hanno proposto un accesso sottotifoideo arciforme per poter raggiungere il cavo pleurico ed eseguire un'accurata palpazione manuale di entrambi i polmoni in corso di metastasectomia bilaterale videotoracoscopica.

In questo caso la via sottotifoidea permette di poter effettuare una palpazione completa manuale bilaterale che risulta indispensabile per identificare con esattezza i noduli metastatici e dare quindi un carattere di radicalità all'intervento di metastasectomia (Fig. 5).

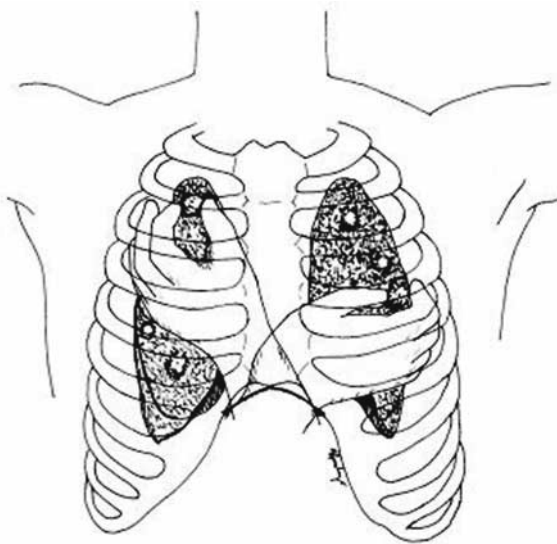
Wright e coll. [22] praticano un'incisione sottocostale e raggiungono il cavo pleurico per via trans-diaframmatica, potendo effettuare una pal-

pazione "*hand assisted*" del polmone, ed utilizzando una sola porta toracoscopica per il tempo reattivo (Fig. 6).

Taniguchi e coll. effettuano un accesso sottotifoideo di 2.5 cm associandolo ad un sollevatore sternale e a due porte toracoscopiche nel trattamento bilaterale simultaneo delle metastasi polmonari: la tecnica, pur non consentendo l'esplorazione polmonare con l'intera mano, permette la metastasectomia bilaterale senza cambiare la posizione del paziente e senza creare quelle turbe cardiocircolatorie che possono a volte comparire in corso di chirurgia toracoscopica "*hand assisted*" [23] (Fig. 7a e b).

Risultati incoraggianti si sono raggiunti nelle resezioni polmonari maggiori eseguendo la lobectomia polmonare videoassistita senza minitoracotomia di servizio, con l'utilizzo dello spazio retrosternale, partendo da un'incisione ad arco sottotifoidea, come via per estrarre il pezzo operatorio. In questo caso l'intervento è da considerare totalmente videoendoscopico e la mancanza della *utility thoracotomy* lo rende ancor meno invasivo di quello eseguito con tecnica videoendoscopica standard. Dall'incisione sottotifoidea possono essere introdotti strumenti chirurgici in cavo pleurico per facilitare l'esecuzione dei tempi chirurgici ed il risultato estetico risulta sensibilmente migliore [24].

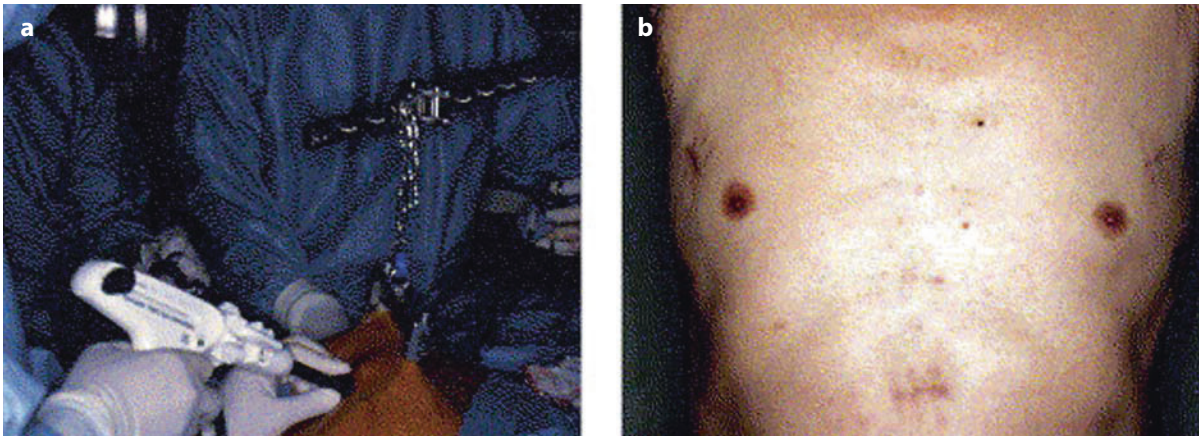
Attraverso un accesso analogo e sollevando la parte inferiore dello sterno con un apposito dispo-



**Fig. 5.** Palpazione bilaterale polmonare attraverso l'approccio sottotifoideo. Da: Mineo et al [21] Copyright © 1999, col permesso della Society of Thoracic Surgeons



**Fig. 6.** Palpazione manuale del polmone per via sottocostale transdiaframmatica. Da: Wright GM et al [22] Copyright © 2003, col permesso della Society of Thoracic Surgeons



**Fig 7.** Metastasectomia toracoscopica con accesso sottoxifoideo e sollevamento delle arcate costali (a); Cicatrici postoperatorie (b). Da: Taniguchi Y et al [23] Copyright © 2005, col permesso dell'American Association for Thoracic Surgery

sitivo, è stata descritta l'asportazione di neoplasie benigne del mediastino anteriore sotto controllo visivo diretto grazie ad un videotoroscopio introdotto dall'incisione sottoxifoidea [25].

Segnaliamo infine due varianti tecniche di timectomia, eseguite utilizzando l'accesso sottoxifoideo.

Nella prima l'intervento di timectomia viene effettuato con tecnica videotoroscopica destra combinata ad approccio sottoxifoideo che permette una dissezione agevole e completa del timo e del grasso mediastinico bilaterale. Dalla medesima incisione sottoxifoidea possono essere introdotti strumenti convenzionali e successivamente può essere estratto il pezzo di exeresi [26].

Nella seconda, in corso di timectomia transcervicale, viene proposto l'utilizzo di un accesso sottoxifoideo di 4 cm per introdurre un videomediastinoscopio e procedere alla liberazione e mobilizzazione dei lobi inferiori del timo. Questa tecnica permette la timectomia senza sternotomia e senza accessi toracoscopici [27].

## Conclusioni

La chirurgia toracica "open" videoassistita rappresenta un'evoluzione tecnica della chirurgia convenzionale, realizzata grazie all'utilizzo del supporto video.

Un approccio combinato di questo tipo si presta ad applicazioni estremamente diversificate, grazie alla varietà di impieghi che lo caratterizza. La tecnica

si presenta infatti versatile, potendo utilizzare diversi accessi "open" in relazione alla sede della patologia ed al tipo di intervento. In prospettiva futura è probabile che le indicazioni possano estendersi ulteriormente.

Tre aspetti in particolare andrebbero focalizzati.

### *Il tipo di incisione "open"*

Non è tassativo che la chirurgia toracica "open" videoassistita comporti sempre un accesso toracico classico (toracotomia, mediastinotomia, sternotomia). In alcuni casi, come già esposto, per raggiungere i visceri endotoracici può essere maggiormente utile un accesso differente, cervicotomico o addirittura laparotomico: nel secondo caso in particolare è possibile eseguire anche interventi resettivi maggiori senza aprire il torace e con le garanzie della mininvasività

### *La modalità di accesso del videotoroscopio*

Il videotoroscopio può essere inserito direttamente attraverso l'incisione chirurgica "open" o attraverso una porta toracoscopica, o anche alternando i due accessi in relazione alle fasi dell'intervento programmato.

In ogni caso i vantaggi che si ottengono in termini di visione intraoperatoria risultano sempre apprezzabili.

### *La scelta dell'approccio "open" videoassistito.*

Un intervento di chirurgia "open" videoassistita può nascere originariamente come tale oppure essere la necessaria conversione di un approccio totalmente videoendoscopico.

Nel primo caso il chirurgo ne pone l'indicazione a priori perché non convinto della possibilità di poter eseguire l'intervento col solo ausilio del videotoracoscopio. Le ragioni che sostengono questo tipo di tattica possono essere la necessità di eseguire una palpazione accurata, di poter utilizzare strumentario convenzionale, di avere una via agevole per rimuovere il pezzo operatorio, di evitare comunque un accesso invasivo pur mantenendo un'ottima visuale intraoperatoria o anche tutte e queste motivazioni insieme.

Nel secondo caso la comparsa di difficoltà tecniche (pleurolisi non agevole, emorragie di media entità, difficoltosa identificazione di un nodulo parenchimale) può rendere necessario l'allargamento dell'incisione di una porta videoendoscopica per poter affrontare meglio il problema. A differenza di qualche anno fa in cui la conversione da intervento videoendoscopico ad intervento "open" era sistematica in presenza di sopraggiunte difficoltà intraoperatorie, oggi si tende ad essere più conservativi ed a convertire in molti casi l'intervento utilizzando la tecnica combinata "open" videoassistita che garantisca i vantaggi dell'approccio videoendoscopico senza averne gli svantaggi, così come possa avvalersi dei lati positivi dell'approccio "open" senza tuttavia presentarne i lati negativi. Tutto questo è il risultato della consapevolezza da parte dei chirurghi toracici di poter utilizzare, quando necessario, un'opzione intermedia tra l'intervento totalmente videoendoscopico e quello di chirurgia convenzionale, avendone apprezzato gli aspetti positivi, la validità, l'affidabilità e la risolutività nella maggior parte dei casi.

## Bibliografia

1. Roviato GC, Varoli F, Vergani C et al (1999) Videotoracoscopia. Indicazioni e Tecniche Chirurgiche. Ed. Masson Milano, pp 87-97
2. Walker WS (1999) Major pulmonary resections. In Walker WS (ed) Video-Assisted Thoracic Surgery. Isis Medical Media Oxford UK, pp 135-159
3. Giudicelli R, Thomas P, Lonjon T, Ragni J et al (1994) Video-assisted minithoracotomy versus muscle-sparing thoracotomy for performing lobectomy. *Ann Thorac Surg* 58:712-717
4. Innaoka M, Obama T, Kawaharada N (2000) Video-assisted minithoracotomy versus conventional posterolateral thoracotomy for performing lobectomy of lung carcinomas. *Kyobu Geka* 53:18-21
5. Donnelly RJ, Page RD, Cowen ME (1992) Endoscopy assisted microthoracotomy: initial experience. *Thorax* 47:490-493
6. Benetti F, Rizzardi JL, Concetti C et al (1999) Minimally aortic valve surgery avoiding sternotomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 12:S84-85
7. Bolotin G, Kypson A.P, Reade CC et al (2004) Should a video-assisted mini-thoracotomy be the approach of choice for reoperative mitral valve surgery? *J Heart Valve Dis* 13:155-158
8. Chu JJ, Lin PJ, Chang CH et al (1999) Video-assisted endoscopic removal of infected endocardial pacemaker lead with large floating vegetation. *Pacing Clin Electrophysiol* 22:1700-1703
9. Reichenspurner H, Detter C, Deuse T et al (2005) Video and robotic-assisted minimally invasive mitral valve surgery: a comparison of the Port-Access and transthoracic clamp techniques. *Ann Thorac Surg* 79:485-490
10. Semrad M, Bodlak P, Stritesky M et al (2003) Video-assisted multivessel revascularization through a left anterior small thoracotomy approach with the Simmerty Aortic Connector System. *J Thorac Cardiovasc Surg* 125:129-134
11. Kanaya S, Matsushita T, Komori J et al (1999) Video-assisted transsternal radical esophagectomy: three-field lymphadenectomy without thoracotomy for esophageal cancer. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 9:353-357
12. Hazama K, Akashi A, Maehata Y (2001) Videoendoscopic surgery combined with a minimal sternotomy for removing a thyroid tumor extending into the mediastinum. A case report. *Surg Endosc* 15:759
13. Athanasiou T, Del Stanbridge R, Kumar P et al (2002) Video assisted resternotomy in high-risk redo operations – the St. Mary's experience *Eur J Cardiothorac Surg* 21:932-934
14. Lacquet LK, Schreinemakers JH, Cox AL (1990) Combined cervical and left parasternal mediastinoscopy for pre-operative staging of left upper lobe lung cancer. *Acta Chir Belg* 90:5-8
15. Semik M, Netz B, Schmidt C et al (2004) Surgical exploration of the mediastinum: mediastinoscopy and intraoperative staging. *Lung Cancer* 2:S55-61
16. Peracchia A, Bonavina L, Baisi A (1999) Esofagectomia per cancro, per lesioni da caustici e per megaesofago. In: Di Falco G: Videotoracoscopia. Indicazioni e Tecniche Chirurgiche. Ed Masson Milano, pp 135-144
17. De Perrot M, Bril V, McRae K et al (2003) Impact of minimally invasive trans-cervical thymectomy on outcome in patients with myasthenia gravis. *Eur J Cardiothorac Surg* 24:677-683
18. Ito S, Nakamura A, Tagawa T (2000) Video-assisted mediastinoscopic resection of a thymic cyst by sternum lifting. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 48:118-120
19. Novellino L, Longoni M, Spinelli L et al (1994) "Extended" thymectomy, without sternotomy, performed by cervicotomy and thoracoscopic technique in the treatment of myasthenia gravis. *Int Surg* 79:378-381
20. Inabnet WB, Chu CA (2003) Transcervical endoscopic-assisted mediastinal parathyroidectomy with intraoperative parathyroid hormone monitoring. *Surg Endosc* 17:1678
21. Mineo TC, Pompeo E, Ambrogi V et al (1999) Video-assisted approach for transxiphoid bilateral lung metastasectomy. *Ann Thorac Surg* 67:1808-1810
22. Wright GM, Clarke CP, Paiva JM (2003) Hand assisted thoracoscopic surgery. *Ann Thorac Surg* 75:1665-1667

23. Taniguchi Y, Suzuki Y, Suda T et al (2005) Video-assisted thoracoscopic bilateral lung metastasectomy with a subxiphoid access port. *J Thorac Cardiovasc Surg* 130: 916-917
24. Doki Y, Ichiki K, Tsuda M et al (2004) Complete port-accessed lobectomy by the muscle-sparing method. *Ann Thorac Surg* 77:2230-2231
25. Kido T, Hazama K, Inoue Y et al (1999) Resection of anterior mediastinal masses through an infrasternal approach. *Ann Thorac Surg* 67:263-265
26. Hsu CP, Chuang CY, Hsu NY et al (2004) Comparison between the right side and subxiphoid bilateral approaches in performing video-assisted thoracoscopic extended thymectomy for myasthenia gravis. *Surg Endosc* 18:821-824
27. Hutter J, Junger W, Miller K et al (1998) Subxiphoid videomediastinoscopy or diagnostic access to the anterior mediastinum. *Ann Thorac Surg* 66:1427-1428

## Premesse

La rivoluzione tecnologica di questi ultimi anni in tema di innovazioni riguardanti il grande capitolo della chirurgia mininvasiva ha coinvolto anche la chirurgia toracica, nel cui ambito queste tecniche hanno guadagnato un grande spazio diagnostico e terapeutico.

La storia della chirurgia toracica mininvasiva ha sicuramente un andamento ed un'evoluzione molto diverse da quella addominale laparoscopica. Le problematiche principali sono dovute alla sede operativa, il cavo pleurico, rigido ed inespansibile, che, al contrario della parete addominale, si può esplorare toracoscopicamente solo dopo il collasso del polmone che rende reale una cavità nella realtà solo virtuale.

In effetti questo è proprio il principio che guidò Jacobaeus nel 1910 ad intraprendere la via della toracoscopia preparando la strada a quella che verrà definita un'innovazione geniale.

La toracoscopia infatti nasce come indagine diagnostica e diviene operativa solamente in un secondo momento. Il padre di questa metodica è universalmente riconosciuto essere stato l'internista svedese Hans Christian Jacobaeus. Nel 1910 egli pubblica sulla *Münchener Medizinische Wochenschrift* un lavoro che si intitola "Sulla possibilità usando un cistoscopio di esaminare le cavità sierose". In effetti l'Autore utilizzò un cistoscopio inserito in un trocar per effettuare mediante un galvanocauterio appositamente adattato, la lisi di aderenze pleuriche che limitavano all'epoca l'efficacia del pneumotorace terapeutico nella tubercolosi polmonare. Poco più avanti (1925) lo stesso Autore riuscì anche ad effettuare biopsie tissutali per la diagnosi di malattie non tubercolari come ad esempio i tumori della pleura. Nel corso degli anni la tecnica toracoscopica è andata via via sostituendo l'agobiopsia e soprattutto la toracotomia diagnostica ottenendo risultati assolutamente sovrapponibili se non addirittura migliori, soprattutto per quanto riguarda le complicanze. Ed è proprio questo che deve sempre guidare il lavoro del chirurgo pediatrico: minimizzare il do-

lore associato all'intervento ma soprattutto evitare, quando possibile qualsiasi conseguenza a lungo termine del proprio operato. E la toracoscopia ne è l'esempio migliore: non più scapole alate, scoliosi, debolezza muscolare, deformità della gabbia toracica ma soltanto alcune piccole cicatrici che accompagneranno la crescita dei piccoli pazienti operati.

Ed è proprio per arrivare a questo tipo di risultati che la caparbia e l'insistenza di alcuni chirurghi pediatri nei confronti delle case produttrici di strumenti endoscopici hanno permesso la realizzazione di prodotti fondamentali per poter sottoporre a toracoscopia qualsiasi paziente pediatrico, o quasi.

L'assenza di uno strumentario adeguato ha limitato l'utilizzo di questa tecnica in ambito pediatrico per molti anni. Grazie anche ai grandissimi passi avanti della laparoscopia dell'adulto nei primi anni '90, anche in campo laparoscopico prima e toracoscopico pediatrico poi, si sono potuti effettuare interventi sia diagnostici che terapeutici inimmaginabili fino a pochi anni prima. La creazione di telecamere adeguate (3-4 mm) e di strumenti di piccole dimensioni (2-3 mm), ha permesso di intraprendere un cammino importante poiché ha consentito ai chirurghi pediatri di poter affrontare un gran numero di patologie intratoraciche utilizzando la tecnica mininvasiva. Nel 1976 Rodgers ha effettuato le prime biopsie polmonari toracoscopiche in pazienti con interstiziopatie diffuse, nei primi anni '90 Rothenberg ha eseguito la prima lobectomia polmonare completa videoassistita, nel 1998 al congresso IPEG (International Paediatric Endosurgery Group) di Berlino è stato presentato quello che può aver rappresentato la svolta toracoscopica: la prima correzione di un'atresia esofagea pura in un bambino di 3 mesi eseguita da Tom Lobe e Steve Rothenberg che un anno più tardi (1999) ha eseguito la prima chiusura di fistola tracheo-esofagea con correzione dell'atresia esofagea in un neonato di 1 giorno. Dopo 6 anni da quella data ci sono più di 30 centri nel mondo in cui viene eseguito questo tipo di intervento.

Di pari passo sono stati compiuti grandi progressi a livello fisiopatologico per quello che riguarda il collasso e la riespansione del polmone nonché sulla protezione del cavo pleurico dall'inquinamento.

Si è assistito quindi ad una svolta radicale: la moderna chirurgia toracoscopica affronta oggi patologie molto diverse rispetto al passato, avendo modificato le indicazioni diagnostiche e terapeutiche. Non più la tubercolosi e le sue complicanze ma la patologia benigna del polmone, del mediastino, della pleura ed anche le neoplasie, che restano però tuttora oggetto di grande discussione e confronto. E per ultima la patologia malformativa congenita esofagea che rappresenta il fiore all'occhiello per questa specialità.

Resta e resterà aperto ancora per lungo tempo il problema della riproducibilità dei gesti chirurgici videoassistiti e ovviamente quello dei costi: la "learning curve" per poter raggiungere livelli ottimali di preparazione per un chirurgo pediatrico è lunga e molto faticosa, ma i risultati a distanza sui piccoli pazienti devono fare superare ogni ostacolo, economico e motivazionale.

## Indicazioni

Le indicazioni diagnostiche e terapeutiche della toracoscopia pediatrica si stanno sempre più estendendo per il notevole miglioramento dello strumentario e soprattutto dell'esperienza degli operatori in campo mininvasivo. Sicuramente la biopsia polmonare e la resezione a cuneo del polmone assieme all'asportazione di lesioni metastatiche rappresentano attualmente le indicazioni più frequenti alla toracoscopia, soprattutto per identificare patologie polmonari interstiziali come ad esempio la polmonite interstiziale non specifica, la bronchiolite follicolare, il danno alveolare diffuso da VRS, le polmoniti da pneumocistis, da citomegalovirus, da VRS, le bronchioliti obliteranti e anche il linfoma a grandi cellule, la leucemia linfocitica acuta, la linfoangiectasia congenita.

La toracoscopia viene inoltre utilizzata nelle malformazioni della parete toracica, nei traumi del torace, in corso di patologia pleurica (empiemi, chilotorace, induzione di pleurodesi), per resezioni polmonari più estese (segmentectomia, lobectomia) come ad esempio in caso di patologia infiammatoria, lesioni cavitare, patologie bollose, sequestrazione polmonare, malformazione adenomatoide cistica congenita (CCAM), enfisema lobare e ultimamente anche neoplasie; per patologie mediastiniche

con biopsie e resezioni di masse, di linfonodi, del timo, della tiroide, in caso di igroma cistico, di duplicazioni intestinali, di ganglioneuromi e neuroblastomi. Sono stati inoltre descritti interventi per patologia esofagea (atresia dell'esofago con fistola tracheo-esofagea, miotomia esofagea secondo Heller per acalasia), diaframmatica (plicatura del diaframma, ernia diaframmatica e chiusura di ernia jatale), cardiovascolare (legatura del dotto arterioso pervio, sezione di anello vascolare, aortopessi, pericardiectomia, simpaticectomia), ortopedica (chirurgia della scoliosi) (Tab. 1).

Quello che è interessante notare è che le indicazioni si stanno pian piano spingendo verso frontiere che fino a pochi anni fa parevano inesplorabili, ultimo esempio paradigmatico è la correzione toracoscopica dell'atresia esofagea. L'aspetto fondamentale è riprodurre in versione mininvasiva con l'esperienza e le tecniche della chirurgia endoscopica gesti e tecniche ormai conosciuti e utilizzati da anni in chirurgia open.

**Tabella 1.** Indicazioni alla chirurgia pediatrica toracoscopica

- 1 Patologia malformativa della parete toracica
  - Pectus excavatum
- 2 Patologia polmonare
  - Congenita (enfisema lobare, CCAM, sequestrazione polmonare)
  - Flogistica (lesioni cavitare)
  - Distrofico-bollosa (pneumotorace recidivo)
  - Neoplastica benigna e maligna
- 3 Patologia pleurica
  - Versamenti pleurici
  - Empiemi
  - Chilotorace
- 4 Patologia mediastinica
  - Neoplasie benigne e maligne
  - Patologia linfonodale
- 5 Patologia esofagea
  - Congenita (atresia, duplicazione intestinale)
  - Acalasia
- 6 Patologia diaframmatica
  - Ernia diaframmatica
  - Ernia jatale
  - Plicatura di diaframma
- 7 Patologia cardiovascolare
  - Dotto arterioso pervio
  - Anello vascolare
  - Aortopessi
  - Pericardiectomia
  - Simpaticectomia
- 8 Patologia ortopedica
  - Scoliosi
- 9 Patologia traumatica

## Procedure anestesilogiche

La gabbia toracica offre uno spazio operatorio ben delimitato da pareti rigide e pressoché inespansibili; per realizzare un intervento in videotoroscopia occorre “creare” questo spazio operatorio facendo collassare il polmone all’ilo affinché si abbia una buona visione d’insieme e possano essere introdotti gli strumenti che consentano di eseguire l’intervento. Il paziente deve quindi tollerare la ventilazione artificiale di un solo polmone, ovviamente quello non “patologico”, tenendo sempre in considerazione eventuali patologie extra-polmonari da cui potrebbe essere affetto e la durata della procedura chirurgica.

Tutto ciò si può ottenere in modi diversi:

- nell’adolescente, che può essere paragonato ormai ad un adulto, si può utilizzare un tubo a doppio lume (tubo di Carlens) che permette di escludere la ventilazione di uno dei due polmoni, collassato, mantenendo quella del controlaterale. Ma il peso deve essere almeno superiore ai 30 kg;
- nel paziente di oltre 8 anni e almeno 25 kg si può utilizzare una sonda di tipo Robertshaw 26 F che però può essere posizionata solamente a sinistra;
- può essere utilizzato un bloccatore bronchiale, che consiste in un palloncino collegato ad uno specillo lateralmente al tubo endotracheale. Dopo l’inserimento del tubo si fa avanzare lo specillo nel bronco da occludere e il palloncino viene quindi gonfiato. Il suo limite sono solitamente i 2 anni di età;
- nei bambini più piccoli si ricorre al bloccaggio bronchiale con catetere di Fogarty (n° 5 o 6) o all’intubazione selettiva del bronco principale controlaterale con un tubo endotracheale standard non cuffiato, manovra che abitualmente viene eseguita mediante fibroscopio flessibile. In questo modo può succedere di non ottenere il collasso totale del polmone poiché il tubo non risulta essere totalmente occludente.
- in caso di impossibilità tecnica all’esclusione polmonare, si ricorre alla ventilazione non selettiva, vale a dire si crea un pneumotorace mediante insufflazione di CO<sub>2</sub> a basso flusso (1 lt/min), a basse pressioni (4-8 mmHg), che permette di mantenere collassato il polmone durante la procedura chirurgica. È necessario in questi casi utilizzare come strumentario dei trocar valvolati. Questa tecnica risulta particolarmente utile nell’approccio all’eventratio e all’ernia diaframmatica poiché la pressione positiva che si crea nel torace aiuta a ridurre i visceri erniati in addome facilitando la chiusura della breccia. Generalmente non si hanno problemi emodinamici o di venti-

lazione con questa tecnica, l’importante è dosare attentamente l’insufflazione di CO<sub>2</sub> per il rischio di bradicardizzare il paziente.

- Si può infine ottenere il collasso pressoché totale del polmone anche utilizzando volumi correnti con pressioni di picco più basse associate a frequenza respiratoria più rapida. L’importante è fare particolare attenzione alla possibile comparsa di ipossia/ipercapnia che creerebbe problemi alla prosecuzione della procedura.

## Posizione del paziente e degli operatori

La posizione del paziente dipende ovviamente dalla dislocazione della lesione da aggredire per via toracoscopica o dal tipo di intervento che si pensa di eseguire in base alla patologia. Il bambino viene posizionato sul tavolo operatorio generalmente “spezzato” per aumentare al massimo l’ampiezza degli spazi intercostali, in decubito laterale, sul fianco opposto a quello “patologico” con appositi cuscini gonfiabili. Il campo operatorio viene preparato in maniera idonea ad un eventuale conversione toracotomica tradizionale. Molto importante sfruttare anche la gravità in base alla posizione del piccolo paziente per spostare in modo naturale il polmone, i tessuti circostanti non coinvolti nell’intervento, gli eventuali fluidi (liquidi di lavaggio, sangue) presenti durante la procedura.

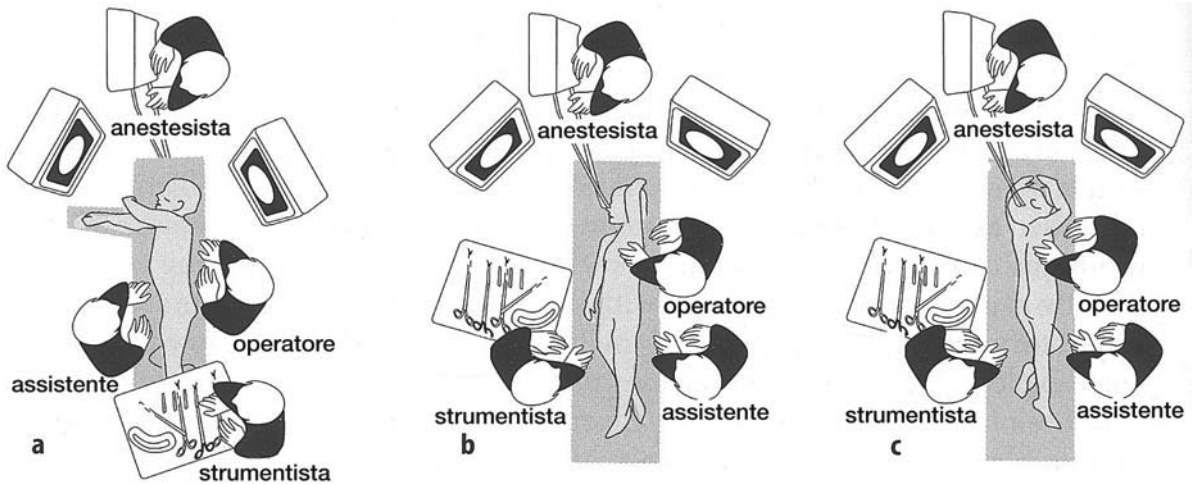
Le posizioni normalmente più utilizzate sono 3: decubito laterale standard, posizione semi-supina e posizione semi-prona (Fig. 1). Ci sono altre posizioni che si possono utilizzare, anche se meno frequentemente, come ad esempio il decubito dorsale o semi-laterale (simpaticectomia/timectomia), il decubito ventrale (simpaticectomia/esofagectomia) e la posizione semi-seduta (simpaticectomia).

Il decubito laterale standard permette un’ottima visualizzazione dell’intera superficie polmonare.

La posizione semi-supina con il lato “patologico” sollevato di 20°-30° rispetto al piano è particolarmente utile per aggredire il mediastino anteriore con il vantaggio ulteriore dello spostamento naturale del polmone posteriormente.

La posizione semi-prona, al contrario, con il lato “patologico” anche qui modicamente sollevato rispetto al piano, permette di avere una buona visione del mediastino posteriore. Risulta efficace ad esempio negli interventi sullo jato esofageo o per lesioni esofagee.

Il braccio del paziente può essere spostato in avanti, sollevato, portato dietro la nuca a seconda sia della salvaguardia di eventuali stiramenti del



**Fig. 1.** Posizione del paziente: **a)** posizione laterale standard **b)** semi-supino; **c)** semi-prono. Da: Rothenberg SS (1999) Thoracoscopy in infants and children: basic technique. In: Bax NMA, Georgeson KE, Najmaldin A, Valla J-S (eds): Endoscopic Surgery in Children, Cap. 7, Springer Verlag Heidelberg, p 76, per gentile concessione di Springer Science e Business Media

plesso brachiale, sia per facilitare il posizionamento dei trocar e quindi la manovrabilità degli strumenti, sia per aver migliore accesso alla regione ascellare o peri-scapolare per raggiungere meglio le porzioni posteriori della gabbia toracica.

Non appena il campo operatorio è pronto, si procede al posizionamento dei monitors. Solitamente è consigliabile utilizzare 2 monitors posti di fronte rispettivamente all'operatore e al cameraman. A seconda poi che la lesione da aggredire sia nella parte alta, intermedia o bassa del torace essi vengono posizionati a livello delle spalle o dei piedi del paziente, per garantire sempre una visione ottimale.

L'operatore, l'assistente e il cameraman devono essere posizionati in maniera tale da garantire adeguata ampiezza e comodità dei movimenti unitamente ad una visione precisa e più ampia possibile del campo operatorio endoscopico.

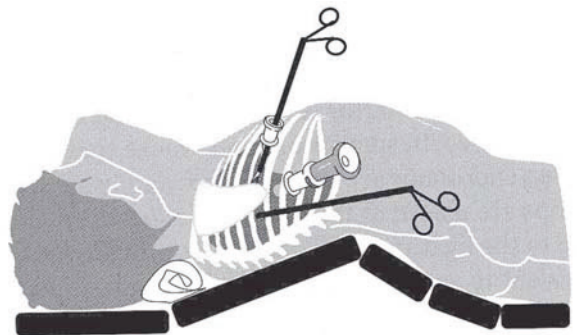
## Selezione degli accessi

Il posizionamento dei trocar varia ampiamente a seconda dell'intervento da eseguire. Nella maggior parte degli interventi si utilizzano 3 trocar, uno per l'ottica e 2 per gli strumenti (Fig. 2).

La particolarità della toracosopia riguarda però il campo d'azione ossia la gabbia toracica che, essendo indeformabile, a differenza di quanto accade in laparoscopia, richiede una maggior precisione nel posizionamento dei trocar. Sarebbe preferibile delimitare l'area di inserimento dei trocar ad un triangolo

lo formato anteriormente dal muscolo gran pettorale e gran dentato, posteriormente dal gran dorsale e dal trapezio e in basso dal diaframma con il cavo ascellare a fare da vertice. Questo permette di ridurre il traumatismo della parete e il rischio di ematomi e di dolore postoperatorio. A volte però è necessario posizionare i trocar al di fuori di questo triangolo per raggiungere meglio la lesione da aggredire.

L'inserimento del primo trocar, generalmente destinato all'ottica, avviene mediante incisione cutanea, solitamente orizzontale o obliqua (le incisioni verticali sono poco estetiche) effettuata a livello del margine superiore della costa inferiore, divaricazione per via smussa del piano sottocutaneo



**Fig. 2.** Videotoracosopia a tre accessi. Da: Rothenberg SS (1999) Thoracoscopy in infants and children: basic technique. In: Bax NMA, Georgeson KE, Najmaldin A, Valla J-S (eds): Endoscopic Surgery in Children, Cap. 7, Springer Verlag Heidelberg, p 77, per gentile concessione di Springer Science e Business Media

e del piano muscolare fino a raggiungere la pleura aiutandosi con piccoli divaricatori, incisione della stessa ed introduzione del trocar. Si introduce quindi l'ottica per avere una visione panoramica d'insieme e se possibile per individuare la lesione o la regione polmonare o mediastinica da aggredire. Dopo essersi accertati che non ci siano aderenze o condizioni particolari che possano rendere difficoltoso l'accesso agli altri trocars, si procede al loro inserimento sotto visione diretta dall'interno. Se vengono utilizzati trocars da 10 o 12 mm è necessario procedere come per il trocar dell'ottica, se invece i trocars sono da 3 o 5 mm basta solamente incidere la cute. È comunque sempre consigliabile effettuare una digitopressione sul punto di impianto del trocar visualizzando dall'interno il punto dove verrà inserito e la presenza di eventuali ostacoli.

Il posizionamento dei 3 trocars, come detto utile alla maggior parte delle procedure, dovrebbe teoricamente soddisfare la regola della triangolazione, vale a dire si dovrebbe creare un triangolo di cui il vertice è rappresentato dall'ottica e i lati dagli strumenti. È comunque difficile ottenere sempre una disposizione perfetta, sia per la presenza di ostacoli endotoracici che per la necessità, a volte, di utilizzare più strumenti. La regola fondamentale è di non avvicinare troppo i punti di accesso dell'ottica e degli strumenti che creerebbero difficoltà di movimento e di non posizionare gli strumenti troppo tangenzialmente alla lesione.

Il trocar toracoscopico (toracoport) utilizzato non è di norma quello laparoscopico poiché lo stelo è troppo lungo per la cavità toracica. Quello poliuso è in acciaio inossidabile, con estremità rastremate e superficie opacizzata per non riflettere la luce, quello monouso è costituito da materiale plastico radiotrasparente. È dotato anche di riduttori che permettono l'utilizzo di strumenti di dimensioni inferiori evitando di dover posizionare altri trocars. Il calibro normalmente è compreso tra 3 e 15 mm, normalmente non è valvolato e presenta il mandrino con punta smussa per proteggere i tessuti.

L'ottica, sistema molto sofisticato costituito da un insieme di lenti intervallate da camere aeree e protette da materiale inossidabile, trasferisce le immagini con adeguata intensità luminosa e senza distorsione periferica. Il diametro della strumento varia da 5 a 10 mm e l'angolo di visione da 0°, 25°, 30°, 45° fino a 120°. Esistono anche ottiche operative con diametro 10 mm dotate di un canale attraverso il quale si possono introdurre strumenti da 5 mm. Vengono utilizzate prevalentemente in corso di procedure diagnostiche o in caso di procedure videoassistite per le quali non serve utilizzare altri trocars.

## Tipi di interventi

### *Biopsia polmonare (Wedge Resection)*

La biopsia polmonare è uno degli interventi toracoscopici che si eseguono con maggior frequenza, anche in ambito pediatrico. La selezione del paziente che può essere sottoposto a questo tipo di intervento deve tener conto, nel caso di patologia interstiziale, della diffusione più o meno estesa, del tipo di ventilazione intraoperatoria che può essere utilizzata e, nel caso di lesioni localizzate, se sono superficiali o si approfondano nel parenchima polmonare. La morbilità e la mortalità in corso di biopsia polmonare è strettamente correlata a questi aspetti [1]. Attualmente le tecniche e le indicazioni per questo tipo di intervento sono standardizzate e i risultati sia dal punto di vista della lettura istologica che dei notevoli benefici nel postoperatorio sono davvero ottimali [2], alcuni gruppi riportano lo 0% di percentuale di complicanze per questo tipo di procedura [3]. Basandosi su un adeguato studio radiologico preoperatorio (Rx standard, TC torace), si identifica la sede più adeguata dove eseguire la biopsia. Si posiziona il paziente solitamente in decubito laterale standard, a meno che la zona da biopsiare non si trovi molto anteriormente o molto posteriormente. Se è possibile eseguire una ventilazione selettiva si utilizzano trocars senza valvole, normalmente 3 sono sufficienti. L'ottica si posiziona almeno inizialmente a livello della linea ascellare media nel 6°-7° spazio intercostale. Si procede a una visione panoramica iniziale per poi posizionare i 2 trocars operatori anteriormente e posteriormente ad essa. Nel paziente al di sotto dei 15 kg di peso si usano accessi da 5 mm, nel bambino più grande si può utilizzare un accesso da 12 mm per la suturatrice lineare (stapler taglia e cucì) [4]. Se la biopsia viene eseguita a livello della superficie anteriore del polmone l'ottica viene spostata nel trocar più posteriore e gli altri strumenti, la suturatrice e la pinza rispettivamente nel medio-ascellare e nell'anteriore. Al contrario per biopsie della superficie posteriore la disposizione è opposta. Nel caso la suturatrice per motivi di spazio non possa essere utilizzata, si utilizza un endoloop che può essere inserito nel trocar da 5 mm. Tecnicamente, la porzione di tessuto polmonare da asportare viene afferrata dalla pinza dopo aver posizionato alla base l'ansa dell'endoloop. Si solleva il tessuto con la pinza e si stringe l'endoloop permettendo così una perfetta tenuta aerostatica ed emostatica. Si seziona infine con le forbici il tessuto distalmente alla legatura estraendolo attraverso uno dei trocars. Nor-

malmente frammenti di 2-3 cm sono sufficienti alla diagnosi istologica.

Nel caso si tratti di una biopsia per sospetta patologia neoplastica o dell'asportazione di una metastasi bisogna procedere in maniera diversa. Lo studio preoperatorio deve essere adeguato al sospetto diagnostico, è quindi a volte necessaria una scintigrafia o una RM polmonare per meglio definire le strutture vascolari eventualmente adiacenti alla massa o alla lesione. Dopodichè, se la lesione è superficiale si può procedere come nel caso di una normale biopsia polmonare, utilizzando però appositi presidi per l'estrazione del tessuto asportato: Lap Sac™, endobag/endopouch o il più rudimentale "dito di guanto" sono necessari per evitare la contaminazione delle sedi dei trocar, descritte in letteratura, e la disseminazione della malattia.

Nel caso di lesioni non superficiali, essendo impossibile la palpazione manuale del tessuto interessato, unico vero limite dell'intervento endoscopico, ci sono 2 possibili approcci:

- localizzazione TC-guidata: si può eseguire una TC nell'immediato preoperatorio marcando con apposite sostanze la lesione che verrà poco dopo ben individuata in corso di intervento [5].
- ecografia intraoperatoria: utilizzando una sonda ecografia endoscopica si può identificare la lesione. Serve però un accesso da 10 mm per far entrare la sonda da 7.5 mH con direzione degli ultrasuoni parallela o a 45° rispetto alla lesione. Questo strumento è molto utile per studiare neoformazioni polmonari e definire l'anatomia vascolare vicino ai punti di dissezione.

Anche nel caso di patologia maligna si sono raggiunti ottimi risultati sia dal punto di vista diagnostico che terapeutico [6, 7], paragonabili a quelli riferiti a patologia non neoplastica.

Al termine dell'intervento si posiziona un drenaggio toracico che viene lasciato in sede per 24-48 ore per verificare l'eventuale sanguinamento della trancia polmonare o drenare il pneumotorace per permettere una adeguata riespansione polmonare. A volte il drenaggio, verificata l'assenza di perdite ematiche ed aeree, può anche non essere utilizzato.

### Chilotorace

La toracosopia può essere anche utilizzata in caso di chilotorace, soprattutto se spontaneo o post-traumatico. Se il drenaggio toracico non è servito a controllare e risolvere la fuoriuscita di linfa, si passa all'approccio toracoscopico [8]. Se il punto di fuoriuscita di linfa è isolato e limitato la manovra è più semplice; nel caso di chilotorace postoperatorio, se

in precedenza il mediastino era stato aperto per un ampio tratto, la manovra può risultare molto più difficoltosa. Dopo un adeguato studio radiologico preoperatorio (sia antero-posteriore che laterale) si procede a posizionare il paziente in decubito laterale. L'ideale è riuscire ad effettuare un'anestesia generale con ventilazione monopolmonare per avere una migliore e più completa visione intraoperatoria. L'ottica (10 mm, 0°) viene posizionata nel 6° spazio intercostale a livello della linea ascellare media, posteriormente ad essa, nel 5° spazio, e anteriormente, vengono posizionati altri 2 trocar da 5 mm per aspiratore, divaricatore e strumenti operatori. Non appena individuata la zona di fuoriuscita della linfa, se circoscritta, si procede a suturare con profondi punti non riassorbibili o con clips metalliche (da 5 mm o, se non sufficientemente grandi, da 10 mm sostituendo il trocar). Viene quindi utilizzata colla di fibrina sopra alla sutura per garantire una miglior tenuta della pleura prevenendo eventuali piccole perdite.

Nel caso non si individui esattamente il punto di fuoriuscita della linfa si può ricorrere alla chiusura del dotto toracico a livello dello jato aortico [9]. Si individua il dotto a livello del punto in cui contrae rapporti con vena cava, vena azygos ed esofago incidendo la pleura con uncino elettrificato o forbici e si posizionano clips metalliche.

Di norma si lascia in sede un drenaggio toracico.

### Pneumotorace ricorrente

Il pneumotorace ricorrente in età pediatrica è una buona indicazione alla toracosopia, che permette un'ottima visione di insieme della superficie polmonare e della cavità pleurica [10]. Questo tipo di problema si riscontra spesso in bambini affetti da fibrosi cistica o è secondario a rottura di bolle subpleuriche. Nei pazienti con fibrosi cistica si può inoltre ricorrere a pleurodesi toracoscopica con fibrina o talco asciutto e sterile [11] che provoca la formazione di aderenze pleuriche dei due foglietti che possono però ostacolare successivamente la pneumonectomia e il trapianto di polmone. È fondamentale quindi selezionare accuratamente i pazienti. Questo intervento si può eseguire anche utilizzando il Nd:YAG laser ed è anche descritta la pleurectomia toracoscopica [12].

Si posiziona il paziente in decubito laterale standard con il braccio sollevato, l'ottica viene posizionata nel 6°-7° spazio intercostale, linea ascellare media, gli altri 2 trocar nel 4°-5° spazio anteriormente e posteriormente. Solitamente si parte con un accesso da 10 mm e due da 5 mm. Dopo l'esplora-

zione complessiva e l'eventuale lisi di aderenze si cercano le lesioni bollose che normalmente occupano le regioni apicali, meglio esplorabili con un'ottica a 30°. Se si hanno dei dubbi sulla presenza di una bolla subpleurica si può introdurre una modica quantità di soluzione fisiologica nel cavo pleurico e mediante una modestissima ventilazione del polmone interessato si identifica con maggior precisione la/le lesioni. Queste possono anche essere asportate introducendo una suturatrice (12 mm) e sezionando il segmento interessato. Nel caso si opti per eseguire una pleurodesi questa può essere preceduta da una abrasione pleurica utilizzando materiale particolare (polipropilene) montato sugli strumenti operatori.

La procedura termina con il posizionamento di 2 tubi di drenaggio che vengono rimossi in 3°-4° giornata postoperatoria.

### **Empiemi pleurici/versamenti pleurici cronici**

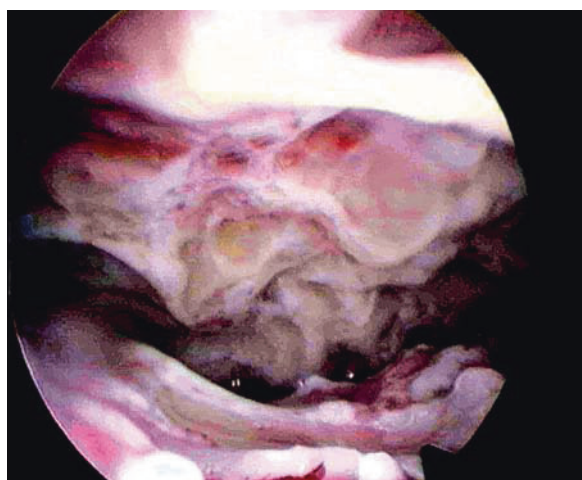
Il trattamento toracoscopico dell'empiria pleurica, o comunque di versamenti pleurici saccati, rappresenta a tutt'oggi una delle metodiche più utilizzate sia in chirurgia dell'adulto che in chirurgia pediatrica. La manovra di drenaggio e decorticazione che veniva abitualmente eseguita per via toracotomica, da quando nel 1993 (nel paziente pediatrico) con B.M.Rodgers viene eseguita per via toracoscopica [13] accelera notevolmente i tempi di ricovero del paziente e ne diminuisce fortemente il dolore postoperatorio, come hanno inoltre confermato esperienze successive [14-16].

Ricordiamo brevemente che l'empiria pleurica è un'infezione dello spazio pleurico che può essere causata sia da diretta contaminazione batterica (chirurgia o trauma), sia per contatto indiretto con foci infettivi in organi adiacenti (polmonite, ascesso sub-frenico). È suddiviso normalmente in 3 stadi, essudativo, fibrino-purulento, cronico (organizzato), e deve essere aggredito prima con terapia medica se si conosce l'agente etiologico, poi eventualmente con la chirurgia per non arrivare alla cronicizzazione, di difficile gestione.

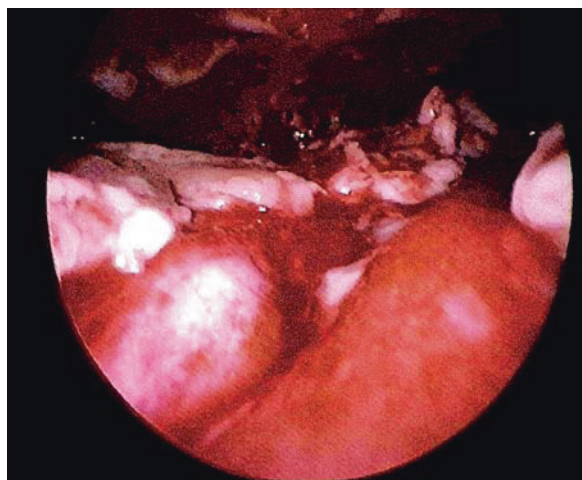
Il sospetto empiria che non risponde alla terapia medica deve essere studiato oltre che con la tradizionale Rxgrafia anche con l'ecografia transtoracica che oltre a confermare la presenza di un versamento riesce ad evidenziare anche l'eventuale presenza di setti di fibrina con raccolte quindi saccate. Se il paziente era già stato sottoposto a posizionamento di drenaggio toracico, evidentemente senza esito positivo, si procede alla toracosopia.

L'intervento viene eseguito, previa eventuale broncoscopia per presenza di ostruzioni o per ne-

cessità di un aspirato bronchiale, con ventilazione selettiva. Si posiziona il paziente in decubito laterale standard, operatore di fronte, assistente e cameraman dietro, monitors alla testa del bambino. L'ottica può essere posizionata a o a livello del 5°-6° spazio intercostale oppure direttamente nella sede della concamerazione più ampia, precedentemente individuata e marcata dal radiologo. Si ispeziona la cavità toracica con l'ottica eseguendo anche una dissezione atraumatica con la telecamera stessa (Figg. 3 e 4). Appena lo spazio è sufficientemente ampio si posizionano altri 2 trocar da 5 mm. per l'aspiratore e le pinze/forbici necessarie alla dissezione delle aderenze. L'elettrobisturi viene utiliz-



**Fig. 3.** Empiria pleurica. Cavo pleurico disseminato di membrane piogeniche e fibrina

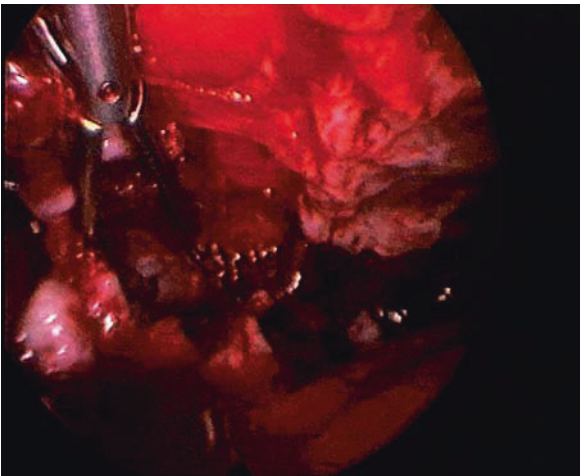


**Fig. 4.** Empiria pleurica. Presenza di membrane piogeniche e frustoli fibrinosi

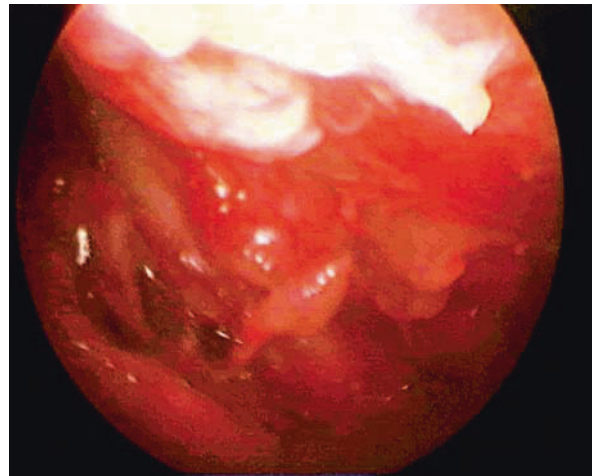
zato quando le aderenze sono più ampie o appaiono vascolarizzate. La cavità pleurica deve essere drenata e decorticata totalmente, facendo attenzione a non lasciare intatte concamerazioni di materiale puruloide che causerebbero l'immediata recidiva della malattia (Fig. 5). Si eseguono continui lavaggi con soluzione fisiologica per facilitare lo sbrigliamento e l'aspirazione accurata del liquido pleurico formatosi (Fig. 6). Dopo aver completato tale manovra si può chiedere all'anestesista di ventilare e riespandere il polmone interessato per verificare la completa decorticazione pleurica (viscerale e parietale). Può essere eseguito un lavaggio intra-pleurico con antibiotico e solitamente

viene posizionato attraverso uno dei trocar un drenaggio toracico, che viene lasciato in situ finché la quantità di materiale drenato non è inferiore a 60 cc e la radiografia del torace non dimostra un effettivo miglioramento del quadro. La terapia antibiotica e.v. prosegue fino al miglioramento delle condizioni generali e deve essere modificata in base al referto dell'esame colturale eseguito sul liquido aspirato durante l'intervento.

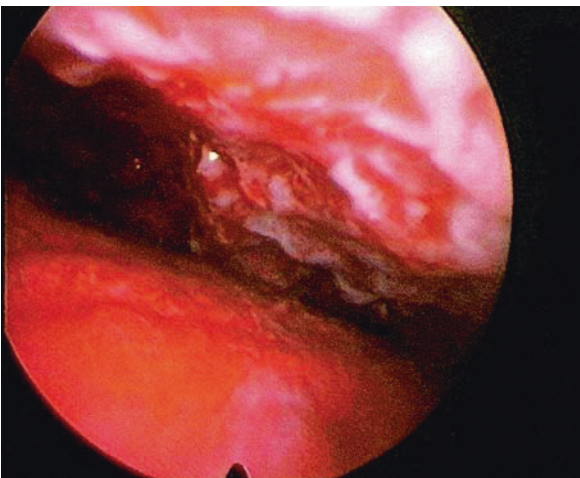
In corso di versamenti pleurici cronici l'indagine videotoracoscopica può essere richiesta per poter effettuare biopsie pleuriche e, se necessario, un completo debridement per consentire una soddisfacente riespansione polmonare (Figg. 7, 8, 9, 10).



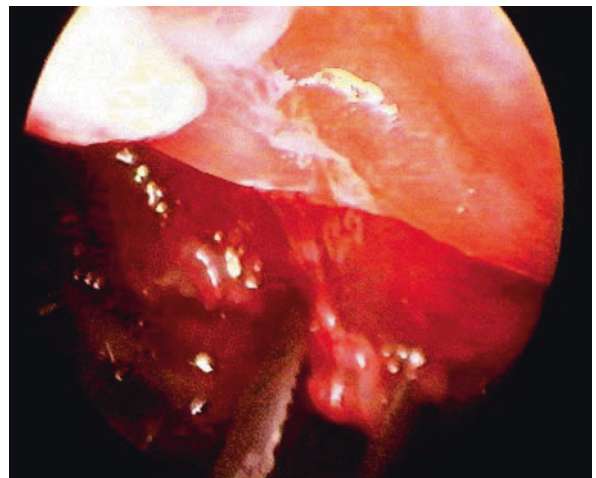
**Fig. 5.** Empiema pleurico. Asportazione di membrane piogene con Endograsp



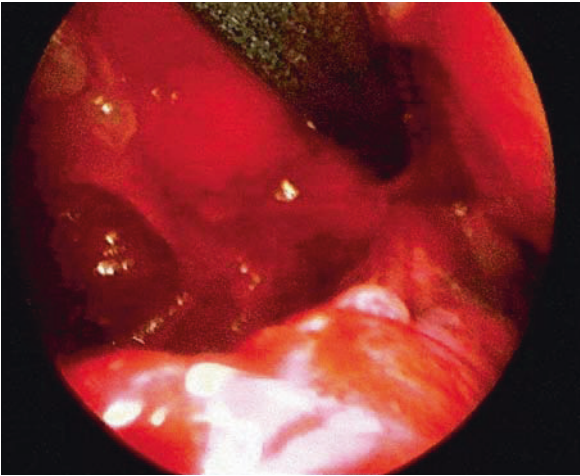
**Fig. 7.** Versamento pleurico cronico aspecifico. Pleura parietale rivestita da fibrina



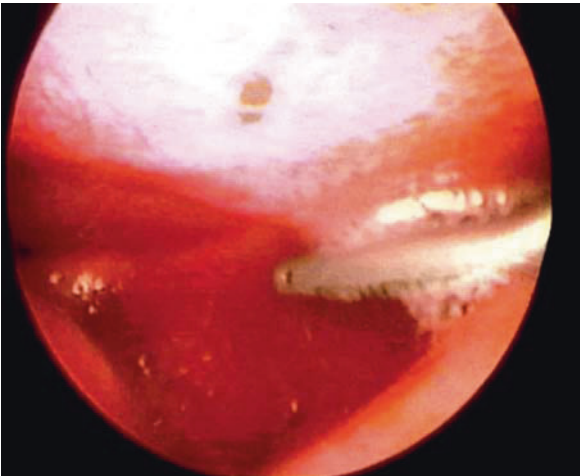
**Fig. 6.** Empiema pleurico. Quadro endoscopico al termine dell'intervento



**Fig. 8.** Versamento pleurico cronico aspecifico. Asportazione di tralci fibrinosi con Endograsp



**Fig. 9.** Versamento pleurico cronico aspecifico. Debridement con tamponcino endoscopico



**Fig. 10.** Versamento pleurico cronico aspecifico. Irrigazione del cavo con soluzione fisiologica al termine dell'intervento

### **Sequestrazione polmonare, CCAM, enfisema lobare**

Queste patologie non vengono frequentemente operate per via toracoscopica poiché l'iperinsufflazione del parenchima polmonare affetto, un piano di clivaggio non sempre ben definibile e le pregresse infezioni rendono difficoltoso l'intervento. La toracoscopia non è però del tutto esclusa. Valutando i singoli casi con un accurato studio preoperatorio si possono definire margini e criteri di aggredibilità toracoscopica, con i soliti vantaggi di questa tecnica già descritti in precedenza.

Lo studio preoperatorio essenzialmente si avvale di Rxgrafia, TC torace ed eventualmente RM per la miglior individuazione di strutture vascolari adiacenti alla lesione. La posizione del paziente dipende ovviamente dalla sede della lesione. I trocars utilizzati sono 3 con ottica da 5 o 10 mm. e strumenti da 5 mm. Se possibile si può usare la suturatrice da 12 mm.

La sequestrazione polmonare può essere asportata se extra-lobare [17]. Le forme intra-lobari possono essere ad esempio trattate con clips vascolari. Si procede individuando il parenchima polmonare affetto e iniziando una accurata dissezione che può essere difficoltosa a causa delle pregresse infezioni. Si spongono i vasi facendo molta attenzione all'arteria che solitamente proviene dall'aorta sottodiaframmatica. La sua sezione accidentale rappresenta la complicanza più temibile di questo intervento, poiché in tal caso il vaso si può retrarre in mediastino o in addome provocando un'emorragia difficoltosa da dominare. Si seziona per ultimo il bronco tributario utilizzando se possibile una suturatrice. Importante è la verifica dell'emostasi e dell'aerostasi. Si procede infine all'estrazione del pezzo dal torace: se questo è molto grande, bisogna ricorrere all'ampliamento dell'incisione di uno dei trocars (minitoracotomia) per poterla estrarre dal torace. Si posizionano solitamente 2 tubi di drenaggio che vengono rimossi dopo 2-3 giorni.

La CCAM può essere aggredita toracoscopicamente se interessa una porzione del polmone piccola e periferica. È molto importante individuare un buon piano di clivaggio della lesione rispetto al parenchima sano circostante per poterla asportare con buon margine di sicurezza, in quanto è descritta la possibile degenerazione neoplastica della patologia [18], anche se recentemente si è osservata la comparsa di neoplasie polmonari in adulti operati per CCAM (asportazione completa), sia nel polmone omo che controlaterale alla pregressa patologia [19]. Nel neonato si può tentare anche la decompressione toracoscopica mediante apertura delle cisti più grandi nel caso la patologia interessi uno o più lobi polmonari e impedisca un'adeguata ventilazione. In seguito, non appena le condizioni generali lo consentono, si può eseguire l'asportazione del lobo o dei lobi polmonari con minor rischio per il piccolo paziente.

L'enfisema lobare invece è difficilmente aggredibile toracoscopicamente per le sue dimensioni e per le sue caratteristiche intrinseche: la porzione polmonare affetta è difficilmente collassabile nonostante il pneumotorace o l'insufflazione di CO<sub>2</sub>. Si possono utilizzare nel preoperatorio la ventilazione ad alta frequenza [20], l'intubazione bronchiale selettiva [21] o la decompressione endoscopica

del lobo affetto [22] ma la toracosopia resta ancora una procedura alquanto difficoltosa, anche se in alcuni casi [23] la rottura toracoscopica della cisti ha permesso di avere maggior spazio di azione ed eseguire quindi la lobectomia.

Molto importante sottolineare comunque che l'utilizzo di strumenti come il LigaSure™ per la sezione di vasi anche di discrete dimensioni e l'Endostapler per la sezione del tessuto polmonare hanno permesso di affrontare resezioni toracoscopiche con maggior sicurezza rispetto a pochi anni fa.

### **Lobectomia polmonare**

È senza dubbio una delle procedure toracoscopiche più delicate e impegnative. Le indicazioni sono abbastanza rare (anomalie congenite, infezioni polmonari importanti con gravi esiti [24], e più recentemente, anche patologia neoplastica [25]) e devono essere attentamente valutate da un'équipe polispecialistica.

Se negli anni '70 Rodgers [26] eseguiva le prime procedure toracoscopiche nel bambino limitandosi a biopsie nei casi di patologie interstiziali diffuse, nel 2003 Rothenberg pubblica la sua serie (dal 1995 al 2002) di ben 43 lobectomie eseguite totalmente per via toracoscopica [25], dimostrando così di aver valicato una frontiera molto importante e impegnativa. L'ausilio di uno strumentario sempre più sofisticato e sempre più rivolto anche ai pazienti in età neonatale ha seguito di pari passo l'evoluzione nella tecnica applicata a questo tipo di intervento. Fondamentale è stata l'introduzione del LigaSure™, un bisturi bipolare sottoforma di disettore curvo da 5 mm unitamente all'utilizzo, quando possibile, della suturatrice lineare Endostapler da 12 mm.

Si posiziona il paziente in decubito laterale standard con adeguata spezzatura soprattutto se si tratta del lobo medio, il più facilmente aggredibile nel paziente pediatrico. Il chirurgo dietro al paziente, l'assistente al suo fianco oppure davanti con doppio monitor. Solitamente si utilizzano da 3 a 5 accessi per poter circondare da sopra, sotto, davanti e dietro il lobo da asportare, dominando l'ilo sia anteriormente che posteriormente. Ottica da 5 mm., strumenti da 5 o 10 mm e se possibile suturatrice endoscopica da 12 mm con trocar valvolati per aiutare con l'insufflazione il mantenimento del collasso del polmone. L'ottica viene spostata nei vari trocar per avere una visione completa dalle varie angolazioni. La posizione dei vari trocar dipende naturalmente dal lobo che deve essere asportato e dalla patologia a cui ci si trova di fronte. Con una pinza atraumatica si cerca di aprire, trazionando sul

lobo affetto, la scissura che viene sezionata con un cino elettrificato e con forbici fino ad esporre adeguatamente l'ilo polmonare. Se la dissezione, che va eseguita andando dalla parte anteriore a quella posteriore [25], risulta difficoltosa, si può utilizzare il LigaSure™ che risulta molto affidabile anche nel prevenire perdite aeree dal tessuto polmonare sezionato. Si identificano le varie strutture che vengono sezionate, solitamente nell'ordine: arteria, vena, bronco utilizzando a seconda dell'età del paziente e dello spazio che si ha a disposizione LigaSure™, clips metalliche, legature tradizionali o, nel caso del bronco, la suturatrice endoscopica o legature tradizionali. Il lobo resecato viene estratto attraverso uno degli accessi per i trocar o, se di dimensioni troppo grandi, può essere spezzettato ed estratto attraverso l'incisione di un trocar.

Bisogna verificare attentamente la tenuta della sutura utilizzando soluzione fisiologica, dopodiché si posizionano 1-2 drenaggi toracici sotto visione diretta rimossi dopo 2-3 giorni. Questa manovra viene eseguita soprattutto se il paziente richiede ventilazione meccanica postoperatoria che potrebbe causare perdite aeree dalla sutura.

Il punto fondamentale durante una lobectomia toracoscopica è comunque sapere esattamente di che natura è la lesione. Nel caso di CCAM o enfisema lobare ad esempio, se non c'è sufficiente spazio per lo strumentario si può desufflare la cisti, nel caso di massa neoplastica si deve utilizzare solamente il collasso del polmone. La fase anestesiológica in questo intervento è dunque fondamentale per mantenere la ventilazione monopolmonare e permettere al chirurgo di lavorare con il massimo spazio a disposizione.

### **Patologia mediastinica**

La patologia mediastinica suscettibile di trattamento chirurgico può comprendere lesioni cistiche, linfadenopatie, timopatie, tumori neurogeni.

Per quanto riguarda le cisti mediastiniche il riscontro più frequente in età pediatrica è dato da due grandi categorie: le duplicazioni esofagee e le cisti broncogene che fanno parte delle cosiddette duplicazioni del canale intestinale. Ci possono essere inoltre cisti "miste" connesse a CCAM e/o sequestrazione polmonare, ma sono molto meno frequenti [27, 28]. Si possono presentare nei modi e nelle sedi più svariate, ed è proprio per questo motivo che lo studio preoperatorio è fondamentale per programmare ed eseguire l'intervento chirurgico toracoscopico nel modo più adeguato. Nella fase preoperatoria è inoltre mol-

to importante escludere la presenza di lesioni cistiche anche a livello addominale [28, 29] e di concomitanti lesioni spinali, che si possono avere nel 20% dei casi trattati [30]. Sono state riportate inoltre degenerazioni maligne della parete delle cisti con trasformazione in adenocarcinoma o rabdomiosarcoma [27]. L'intervento precoce risulta quindi necessario, anche perché intervenire su lesioni cistiche non infette con paziente ancora asintomatico previene rischi e complicanze intra e postoperatorie [27, 28]. In casi di estrema gravità si può anche intervenire in utero, ma bisogna rivolgersi a centri specializzati ad eseguire uno shunt toraco-amniotico [31].

Per lesioni del mediastino superiore il paziente si posiziona in decubito laterale con il braccio sollevato per l'accesso ascellare. Per lesioni del mediastino anteriore serve il decubito laterale con inclinazione a 45° posteriore mentre per quelle del mediastino posteriore stessa posizione ma inclinazione a 45° anteriormente. I trocari vengono disposti in base all'esatta posizione della lesione, rispettando sempre il principio della triangolazione. Solitamente 3 sono sufficienti, a volte però serve anche il divaricatore per il polmone. Se si tratta di cisti a contenuto francamente liquido si può eseguire l'aspirazione con ago sottile prima di iniziare la dissezione, che potrebbe provocarne la rottura. Se l'aspirazione del contenuto della cisti permette una buona visione complessiva, si può procedere con l'intervento toracoscopico. Previa incisione della pleura mediastinica, si procede alla dissezione atraumatica facendo trazione sulla lesione con una pinza e lavorando con l'altro strumento. È consigliabile utilizzare strumenti a coagulazione bipolare o laser durante queste manovre per evitare rischi di fibrillazione cardiaca. Se la lesione è una duplicazione esofagea, una volta definiti bene i rapporti anatomici, è consigliabile introdurre una sonda in esofago per meglio delimitarlo ed evitarne lesioni. L'approccio migliore per questo tipo di intervento è da sinistra. Bisogna fare molta attenzione ad eliminare la mucosa presente all'interno della cisti/duplicazione coagulandola con l'elettrobisturi bipolare o asportandola in toto. Se accidentalmente si perfora la mucosa esofagea o tracheale bisogna suturare la lesione, se la perforazione riguarda solamente lo strato muscolare la sutura è comunque consigliabile per evitare la formazione di pseudodiverticoli esofagei [32].

La cisti asportata può essere rimossa dal torace intera o frantumata, se di notevoli dimensioni, attraverso uno degli accessi per i trocari, o utilizzando un endobag, o praticando una minitoracotomia per le cisti più grandi.

Anche la biopsia di linfonodi mediastinici può essere praticata in toracosopia, a volte utilizzando solamente due accessi, uno per la telecamera e l'altro per lo strumento operatore: elettrobisturi bipolare per incidere la pleura e pinza da biopsia.

Per l'exeresi di cisti mediastiniche è indicato il posizionamento toracoscopico di 1-2 drenaggi toracici che vengono abitualmente rimossi dopo 1-2 giorni.

La resezione della ghiandola timica per miastenia gravis o nel sospetto di una neoplasia può essere eseguita anche per via toracoscopica, soprattutto nel bambino [33].

La posizione è il decubito laterale destro. Se possibile si procede all'intubazione selettiva unitamente però all'insufflazione di CO<sub>2</sub> a pressione di 5-10 mmHg per facilitare la dissezione del timo dal pericardio anteriore. Si utilizzano solitamente 3 trocari: uno da 5/10 mm per la telecamera nel 5° spazio intercostale sulla linea ascellare media, uno da 5 mm nel 3° spazio sull'ascellare media o poco dietro, uno da 5 mm posizionato anteriormente per gli strumenti di dissezione. La dissezione del timo viene eseguita mediante trazione delicata sulla ghiandola e separazione dal pericardio, dall'aorta, fino alla vena anonima. Le vene timiche vengono individuate, legate con clips (mediante il trocar posteriore) e sezionate. I rami arteriosi, che originano dalla mammaria interna, vengono anch'essi legati con clips e sezionati. Il timo asportato viene estratto mediante endo-bag dal trocar da 10 mm spostando la telecamera in un accesso da 5 mm. Bisogna esplorare attentamente tutto il grasso mediastinico per assicurarsi che non vi siano residui di tessuto timico ancora da asportare e controllare con cura l'emostasi. Viene infine posizionato un drenaggio toracico rimosso, dopo 1-2 giorni.

### **Resezione di cisti idatidee**

Le cisti idatidee possono essere trattate anche per via toracoscopica [34]. Dopo aver somministrato nel preoperatorio albendazolo al paziente, si procede ad intubazione selettiva e si esplora la cavità pleurica. Si procede solitamente secondo la tecnica cosiddetta PAIRE (puntura, aspirazione, instillazione, riaspirazione, estrazione) descritta da Becmeur. Si riempie la cavità pleurica con soluzione ipertonica al 10% e si punge la cisti aspirandone il contenuto. Si lava la cisti con la stessa soluzione che viene lasciata all'interno per almeno 15' onde favorire la distruzione dei parassiti per shock osmotico, si riaspira il liquido e se ne asporta attentamente la membrana. Se si evidenzia la presenza di

fistole nella cavità cistica, queste vengono suture. Al termine dell'intervento si procede all'aspirazione del liquido dalla cavità pleurica. È consigliabile lasciare un drenaggio toracico per la completa evacuazione del liquido ipertonico.

### Riparazione di ernia jatale

L'ernia jatale come evento primitivo nel bambino è piuttosto rara, mentre invece si assiste più frequentemente alla sua comparsa in seguito a plastica antireflusso (incidenza 2%-17%) [35-38].

Il paziente mostra sintomi come disfagia, dolori addominali, reflusso gastro-esofageo, difficoltà ad alimentarsi. Bisogna verificare innanzitutto se il manicotto antireflusso è erniato in torace e per farlo si procede ad uno studio radiografico delle prime vie digestive con pasto baritato con il quale si controlla sia la presenza dell'ernia che l'integrità del manicotto. Si può inoltre eseguire una esofagogastroduodenoscopia e/o una pH-metria delle 24 ore per completare lo studio.

Nel caso la diagnosi di ernia jatale venga confermata, con plastica antireflusso integra, è consigliabile procedere ad un approccio toracoscopico [39] per evitare di operare nuovamente in una sede già precedentemente aggredita chirurgicamente, evitando così di imbattersi in aderenze ed evitando possibili danni ad esofago, stomaco e milza.

Nel caso invece che l'ernia jatale sia primitiva, essendo consigliabile associare alla chiusura dei pilastri diaframmatici anche una plastica antireflusso, l'approccio laparoscopico è senza dubbio il più adeguato.

Il paziente viene posizionato in decubito semi prono, con il lato sinistro sollevato dal piano di circa 30°. Il chirurgo e l'assistente sono alla sinistra del paziente, il monitor ai piedi. Si procede a intubazione selettiva con esclusione del polmone sx, si introduce un gastroscopio flessibile o una sonda esofagea per controllare successivamente che la chiusura dei pilastri non sia troppo stretta.

Si utilizzano normalmente 4 trocar, tutti da 5 mm: uno a livello del 7° spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore per la telecamera, uno a livello del 7° e uno a livello del 10° spazio intercostale sulla linea ascellare media per gli strumenti operatori, uno a livello del 6° spazio al di sotto della scapola per il divaricatore polmonare. A volte può servire un quinto trocar per scostare inferiormente il diaframma ed esporre meglio il campo operatorio.

È consigliabile utilizzare anche un basso flusso di CO<sub>2</sub> per facilitare la riduzione in addome dello stomaco erniato.

Bisogna innanzitutto mobilizzare il lobo polmonare inferiore ed esporre il legamento polmonare inferiore evidenziando il vaso arterioso che decorre a livello del legamento, sezionarlo o apporre clips per evitare sanguinamenti che renderebbero difficoltoso l'intervento. Si retrae con il divaricatore il lobo polmonare inferiore e mediante la fonte luminosa del gastroscopio si individua la zona da operare. Si procede alla riduzione dello stomaco erniato in addome e si esegue una sutura continua incavigliata per chiudere i pilastri diaframmatici. Con il punto più mediale si include anche l'esofago per evitare recidive. Al termine della sutura si controlla mediante gastroscopia la tenuta dell'esofago. Se non ci sono perdite aeree il drenaggio toracico può non essere necessario. Il sondino nasogastrico, se posizionato, viene rimosso in I giornata postoperatoria.

Abitualmente si esegue un controllo radiografico con pasto baritato a circa 1 mese dall'intervento per verificare sia la riuscita dell'intervento che la tenuta della plastica antireflusso.

### Traumi del torace

La toracoscopia come metodo diagnostico per la traumatologia del torace trova applicazioni molto limitate. Tuttavia si può utilizzare questo approccio nei casi ad esempio di trauma chiuso con sospetta ernia diaframmatica: l'accesso laparoscopico potrebbe essere dannoso nei confronti di fegato e/o milza per il loro effetto tamponante sul trauma viscerale. Si può eseguire una toracoscopia inizialmente diagnostica e in seguito anche terapeutica riducendo i visceri erniati in addome e suturando il diaframma.

La toracoscopia può essere utilizzata anche in caso di emorragia profusa da un drenaggio toracico posizionato in seguito a trauma chiuso: se il sanguinamento proviene dai vasi intercostali si può intervenire suturandoli per via toracoscopica.

Questa tecnica può comunque essere utilizzata inizialmente in modo esplorativo valutando se proseguire endoscopicamente o se convertire l'intervento in toracotomia tradizionale.

### Simpaticectomia

La simpaticectomia normalmente eseguita nell'adulto, recentemente ha trovato indicazione anche nella popolazione pediatrica nei casi di iperidrosi palmare primitiva [40], una condizione che colpisce il bambino in età prescolare o scolare [41] e che

rappresenta una fonte di problemi di ordine psicologico, relazionale, sociale.

L'intervento si può eseguire per via toracoscopica riducendo così i tempi di degenza, di recupero e risultando esteticamente molto valido [42, 43].

Si posiziona il paziente supino, con le spalle leggermente sollevate e le braccia abdotte di 90°. Si può addirittura mettere il paziente in posizione semi-seduta.

Il chirurgo si posiziona prima da un lato, successivamente dal lato opposto per l'intervento bilaterale, l'assistente di fronte, il monitor alla testa del paziente.

Si può utilizzare un trocar unico da 10 mm a livello del 5° spazio intercostale sulla linea ascellare media con toracoscopio dotato di canale operatore per introdurre l'uncino, strumento con il quale, dopo aver creato il pneumotorace a 6 mmHg di CO<sub>2</sub> e aver individuato la catena nervosa simpatica, si procede alla coagulazione e resezione dei gangli a livello T2-T3. Al termine dell'intervento si può anche non posizionare un drenaggio toracico. Si controlla con una radiografia del torace l'assenza di pneumotorace residuo e la normale riespansione del polmone.

### **Legatura del dotto arterioso pervio**

Nei casi di pervietà del dotto arterioso in assenza di altre anomalie cardiache di rilievo, si può procedere alla legatura toracoscopica [44, 45]. Condizione necessaria è che il diametro del dotto non superi i 9 mm che è la misura massima della clip utilizzabile. Anche un dotto arterioso calcifico potrebbe essere difficilmente aggredibile toracoscopicamente.

Si posiziona il paziente in decubito laterale destro o lievemente ruotato in avanti. Si utilizzano solitamente 3 trocar: per la telecamera a livello del 2°-3° spazio intercostale sulla linea ascellare media, uno a livello del 2° spazio e un altro a livello del 4° spazio per gli strumenti operatori. Si utilizza un uncino ad angolo retto per incidere e coagulare la pleura che riveste l'aorta discendente e il dotto arterioso. Bisogna liberare molto attentamente il dotto facendo particolare attenzione al nervo laringeo ricorrente che lo circonda. È molto utile alla fase successiva liberare il dotto completamente fra l'arteria polmonare e l'aorta. Si introduce quindi l'applicatore di clip in titanio (8 mm) e se ne posiziona una il più distalmente possibile dalla giunzione con l'aorta e un'altra prossimamente all'aorta. Dopo aver controllato il buon posizionamento delle clips, la loro tenuta e l'emostasi

si può procedere alla riespansione del polmone. Il drenaggio non è solitamente necessario. In sala operatoria si può eseguire anche un'ecocardiografia per valutare e documentare l'avvenuta chiusura del dotto arterioso.

### **Scoliosi**

Un recente campo di applicazione della toracosopia è quello ortopedico per la correzione chirurgica della scoliosi grave. Si esegue la mobilizzazione anteriore del rachide toracico prima della stabilizzazione posteriore con barre metalliche.

Si posiziona il paziente mettendo la porzione convessa della colonna rivolta verso l'alto. Il trocar della telecamera viene posizionato a livello dello spazio intercostale parallelo all'apice della convessità sulla linea ascellare media. Si posizionano successivamente altri 2-3 trocar per gli strumenti operatori. Questo intervento viene eseguito congiuntamente dal chirurgo pediatra e dall'ortopedico che individua i corpi vertebrali da trattare. Si seziona la pleura parietale in corrispondenza, si identifica il disco intervertebrale che viene rimosso con appositi strumenti ortopedici. Vengono quindi inseriti al posto del disco innesti di osso spugnoso utilizzando un apposito supporto cilindrico nello spazio discale nel quale viene introdotta e compressa la sostanza ossea. Si esegue la stessa procedura per tutti i dischi vertebrali precedentemente individuati. Si lascia in sede un drenaggio toracico che verrà rimosso alcuni giorni dopo quando il paziente subirà l'intervento di stabilizzazione posteriore che si esegue a cielo aperto.

Questa procedura evita di esporre il paziente a un doppio intervento chirurgico a cielo aperto a distanza di pochi giorni, evitando nel primo caso una toracotomia o un accesso toraco-addominale.

### **Sezione di anello vascolare/aortopessi**

I pazienti con sintomi da compressione tracheoesofagea secondaria ad anello vascolare, come ad esempio un'arteria succlavia destra aberrante con origine dall'aorta discendente oppure un doppio arco aortico con una porzione ipoplasica che causa ostruzione, possono essere operati per via toracoscopica. Si approccia solitamente da sinistra e non appena individuata la causa dell'ostruzione, si procede alla legatura del vaso interessato con clips endoscopiche e alla sua sezione, verificando attentamente che la compressione ab estrinseco sia risolta. È molto importante in questi casi un ottimale

studio preoperatorio con ecocardiografia e risonanza magnetica.

Nel caso venga posta diagnosi, sempre broncoscopica, di tracheolomacia o tracheobroncomalacia, si procede all'intervento di aortopessi [46, 47], eseguito per via toracoscopica.

Si posiziona il paziente in decubito supino sollevato di circa 30° verso destra. Si posizionano i trocar a livello del 3°-4°-6° spazio intercostale, i primi due sulla linea ascellare media, il terzo un po' anteriormente. Si stacca la ghiandola timica dal pericardio sul quale viene poi inciso e scolpito un piccolo flap che avrà come base l'origine dell'aorta [48]. I punti posizionati per via transparietale poco sopra lo sterno hanno lo scopo di trazionare il lembo pericardico verso l'alto permettendo così di sollevare l'aorta e diminuire la compressione sulla trachea. I punti vengono annodati all'interno di una piccola tasca sottocutanea per un miglior risultato estetico e funzionale. I punti, solitamente 3, possono essere anche posizionati direttamente sull'aorta senza ricorrere al flap pericardico.

Non è strettamente necessario lasciare un drenaggio toracico. Prima di estrarre gli strumenti e la telecamera è molto importante verificare l'avvenuta decompressione della trachea e soprattutto l'emostasi.

### Atresia dell'esofago

Da alcuni anni alle procedure toracoscopiche più o meno tradizionali se ne è aggiunta una che ha rappresentato una vera e propria novità: la correzione dell'atresia esofagea con fistola tracheo-esofagea distale. Dopo tentativi di approccio videoassistiti si è passati alla fine degli anni '90 alla procedura totalmente videotoracoscopica con ottimi risultati sia sul piano funzionale che ovviamente estetico [49, 50].

Dopo intubazione endotracheale, si posiziona il paziente in decubito prono sinistro a  $3/4$ , con il lato destro del corpo sollevato di 30-45°. Si utilizza normalmente tre accessi: la telecamera viene posizionata con un trocar da 5 mm circa 1 cm. sotto all'angolo scapolare destro, i due trocar operatori da 3 mm vengono posizionati più in alto, anteriormente e posteriormente alla scapola stessa in maniera simmetrica così da formare una V con vertice inferiore. È preferibile utilizzare un'ottica a 30°. Si insuffla CO<sub>2</sub> a 5 mm/Hg e 0.5 L/min. I due monitors sono posizionati ai lati della testa del paziente, l'operatore si posiziona al lato sinistro del tavolo, l'assistente di fronte a lui, lo strumentista ai piedi del tavolo. I tempi chirurgici sono pratica-

mente i medesimi della tecnica open, ed è proprio questo che rende la procedura toracoscopica sicura e ripetibile.

Con approccio transpleurico si accede alla cavità toracica. La posizione del paziente e l'insufflazione di CO<sub>2</sub> spingono il polmone destro verso il basso permettendo un'ottima visione del campo operatorio senza bisogno di utilizzare, come in chirurgia open, un divaricatore. Si individuano molto bene la vena cava, il nervo frenico, il nervo vago che si segue lungo il suo decorso per individuare l'esofago. Si isola la vena azygos che viene legata e sezionata; si incide la pleura parietale a livello del cul di sacco del moncone esofageo superiore che viene accuratamente mobilizzato e isolato, esercitando una moderata trazione sul fondo e facendo attenzione alle fibre muscolari sul piano di clivaggio con la trachea. Durante questa fase è molto importante l'aiuto dell'anestesista che spinge delicatamente il sondino nell'esofago prossimale favorendone l'individuazione e la dissezione.

Si individua quindi la fistola tracheo-esofagea, preventivamente incannulata dagli anestesisti mediante tracheo-broncoscopia, che viene mobilizzata e isolata quanto più vicino possibile alla trachea per preservare le fibre esofagee del nervo vago e successivamente legata (Vicryl 2/0) e sezionata.

A questo punto si apre il moncone esofageo superiore in modo sufficientemente ampio onde evitare stenosi postoperatorie, e si esegue l'anastomosi diretta partendo solitamente dal versante sinistro dell'esofago con punti staccati (Vicryl 5/0) a nodo intracorporeo sulla guida del sondino naso-gastrico adeguato (6Fr-8Fr).

Normalmente non è necessario lasciare un drenaggio toracico. Si può eseguire un Rx torace sul tavolo operatorio per verificare la presenza o meno di una piccola falda di pneumotorace.

### Pectus Excavatum

Anche la correzione di questa patologia piuttosto rara ha beneficiato negli ultimi anni dell'ausilio della toracoscopia. Il principio di base della tecnica di Nuss è rappresentato dall'introduzione di una particolare barra nel torace deformato affinché questa ne modifichi la conformazione durante la crescita del paziente [51-53]. L'introduzione della barra o di più di una, se necessario, si effettua solitamente mediante due incisioni, a destra e a sinistra, fra la linea ascellare anteriore e quella posteriore. Si introduceva prima una pinza di Kelly, attualmente sostituita da uno speciale introduttore che, passando attraverso il mediastino scolla le

strutture al di sotto dello sterno, e quindi del difetto osseo, passando al davanti del pericardio fino all'incisione controlaterale. Si estrae l'introduttore agganciandovi una fettuccia ombelicale che serve per tracciare il percorso che deve seguire la speciale barra concava introdotta e poi ruotata in modo tale da sollevare lo sterno, correggendo quindi il difetto. Fra le varie possibili complicanze di questo tipo di intervento c'è la perforazione del pericardio che ha suggerito di eseguire la manovra dello scollamento prima e dell'introduzione della barra poi, sotto diretta visione, introducendo un toracoscopio (trocar da 3-5 mm) circa 2 spazi intercostali al di sotto dell'incisione chirurgica per visualizzare al meglio tutte le strutture mediastiniche. Normalmente è sufficiente l'approccio da destra, dato che la particolare deformazione dello sterno spinge il cuore quasi totalmente verso sinistra rendendo difficile la visione nell'emitorace sinistro. Se necessario si può eseguire la toracosopia solamente a sinistra oppure anche bilateralmente. Al termine dell'intervento, non appena stabilizzata e fissata la barra, si procede ad evacuare la CO<sub>2</sub> attraverso il trocar coadiuvati dall'anestesista che ventila il polmone a pressione positiva. Non è solitamente necessario un drenaggio toracico.

### **Pericardiectomia**

Nel caso venga diagnosticato un versamento pericardico persistente (post-traumatico, postoperatorio) si può procedere alla creazione di una finestra pericardica o ad una pericardiectomia subtotale per via toracoscopica [54]. Il paziente viene posizionato abitualmente in decubito laterale destro con rotazione posteriore di 45° per favorire lo spostamento del polmone omolaterale posteriormente. Si pone invece il paziente in posizione supina se l'approccio deve essere bilaterale. Si utilizzano normalmente 3 trocar ed è consigliabile l'utilizzo di coagulazione laser o bipolare poiché quella monopolare potrebbe causare fibrillazione fino all'arresto cardiaco se applicata vicina al miocardio.

Il lembo pericardico viene trazioneato e sezionato con bisturi bipolare permettendo il drenaggio del liquido nello spazio pleurico [55]. A questo punto si può asportare un pezzo di tessuto per l'analisi istologica, nel caso ad esempio di pericarditi. Molto importante evitare di toccare i nervi vago e frenico che decorrono sul pericardio.

Controllare molto accuratamente l'emostasi soprattutto a livello del bordo del pericardio sezionato. Non sono solitamente necessari drenaggi.

### **Acalasia esofagea**

L'acalasia esofagea non è una patologia molto frequente in età pediatrica. Provoca importante disfagia e viene diagnosticata con studio contrastografico delle prime vie digestive che mostra una dilatazione esofagea pre-sfinteriale e la classica immagine a "coda di topo" dell'esofago distale. Si può inoltre eseguire manometria esofagea per la conferma diagnostica. Il trattamento può prevedere un iniziale tentativo di dilatazione pneumatica o l'iniezione di tossina botulinica che però presentano rischi di recidiva, di perforazione esofagea soprattutto nei pazienti che successivamente vengono trattati chirurgicamente [56, 57]. La miglior opzione terapeutica sembra quindi essere quella chirurgica (esofagomiectomia secondo Heller), anche se il dibattito tuttora in corso riguarda la scelta dell'approccio: toracoscopico o laparoscopico? L'approccio toracoscopico offre l'opportunità di eseguire una miotomia di lunghezza adeguata rendendo minima la dissezione e il traumatismo a livello dello jato esofageo, diminuendo quindi la possibilità di dover eseguire una plastica antireflusso [58]. L'approccio laparoscopico consente invece di dominare meglio lo sfintere esofageo inferiore, vero punto cruciale della manovra, vista anche la maggior esperienza del chirurgo pediatra nel affrontare questa particolare regione anatomica (funduplicatio VLS), e di eseguire contestualmente una plastica antireflusso, ad esempio una funduplicatio secondo Dor, che svolge la doppia funzione di antireflusso ed eventuale copertura di perforazione o insulti all'esofago [59]. I risultati confrontando le due tecniche sono pressoché i medesimi [60], anche se sarebbe necessaria una pH-metria a distanza per individuare anche i pazienti con reflusso gastro-esofageo ma asintomatici, che quindi necessiterebbero comunque di una plastica antireflusso.

La tecnica toracoscopica prevede il paziente nella posizione semi prona, con il lato sinistro sollevato di circa 30° dal piano. Si utilizzano solitamente 4 accessi e la miotomia può essere eseguita mediante uncino elettrificato o mediante forbici, con l'evidente maggior sanguinamento intraoperatorio rispetto all'uso dell'uncino. La miotomia deve essere eseguita andando dal livello della vena polmonare inferiore fino al LES ovviamente e necessariamente compreso. È molto importante utilizzare contestualmente a questa manovra un endoscopio per controllare dall'interno dell'esofago la completezza della miotomia e la presenza di eventuali perforazioni [59]. Si può lasciare un drenaggio toracico che viene rimosso in I giornata postoperatoria.

## Complicanze

Le complicanze delle procedure toracoscopiche sono molto varie e dipendono soprattutto dal tipo di intervento che è stato eseguito. La presenza di fistole bronco-pleuriche, che compariva in modo abbastanza frequente nelle prime casistiche toracoscopiche del bambino adesso è ormai scomparsa. Si possono verificare la persistenza di pneumotorace omolaterale al polmone operato, per la presenza di perdite aeree interne, se ad esempio è stato asportato tessuto polmonare in profondità o nel caso di una lobectomia con perdite dal bronco suturato o dalla scissura, o per la mancata evacuazione della CO<sub>2</sub> utilizzata per collassare il polmone al termine dell'intervento quando non viene posizionato un drenaggio toracico.

La deiscenza dell'anastomosi nel caso di intervento per atresia esofagea è intrinseca alla procedura stessa, non tanto alla modalità di esecuzione.

Si possono verificare emorragie, lesioni nervose, lesioni della mucosa esofagea o tracheale nel caso ad esempio di cisti mediastiniche adese a tali strutture.

## Conclusioni

La chirurgia toracica videoassistita è strumento prezioso e tecnica affidabile per il trattamento di selezionate patologie nell'ambito della patologia toraco-mediastinica, congenita ed acquisita, dell'età neonatale e pediatrica.

Oltre 10 anni fa, nel 1995, uno studio retrospettivo [61] già dimostrava, ponendo a confronto *toracoscopia* vs *toracotomia*, i vantaggi legati a quest'ultima tecnica chirurgica: minor incidenza di complicanze (7.6% vs 16.2%), minor durata del drenaggio toracico (0 vs 2 giorni), minor durata del ricovero in terapia intensiva (0 vs 2 giorni) e dell'ospedalizzazione (5.5 vs 8 giorni) con l'impiego della tecnica videotoracoscopica. L'elevata percentuale (27%) delle conversioni in toracotomia era dovuta allora, in larga parte, alla non buona visualizzazione del campo operatorio, condizionata dalla non grande esperienza del chirurgo ma, soprattutto, dalle tecnologie non ancora sufficientemente evolute.

Oggi, con lo sviluppo delle più recenti tecniche d'emostasi, siamo in grado di chiudere e sezionare con estrema sicurezza ed in tempi assai ridotti i vasi lobari e segmentali, consentendoci di eseguire per via toracoscopica segmentectomie e lobectomie anche in epoca neonatale.

Il raggiungimento e il mantenimento di un tale livello tecnologico e professionale sono necessariamente connessi ad un importante impegno economico per l'acquisizione delle tecnologie più avanzate e ad un notevole dispendio di tempo per la learning curve del team chirurgico.

Questi inevitabili "costi" sono, a nostro giudizio, ampiamente ripagati dai vantaggi che oggi abbiamo l'obbligo di offrire ai nostri piccoli pazienti: un postoperatorio ed un'ospedalizzazione brevi, scevri da complicanze e dal dolore post-chirurgico e, aspetto del tutto peculiare e fondamentale per il chirurgo pediatra, un follow-up a lungo termine in cui saranno completamente evitate quelle alterazioni muscolo-scheletriche a carico della gabbia toracica, che incidono, nel tempo, dal 10% al 15% dei casi sottoposti a toracotomia anche in epoca neonatale.

## Bibliografia

1. Rodgers BM (1993) Pediatric thoracoscopy: where have we come and what have we learned? *Ann Thorac Surg* 56:704-707
2. Rothenberg SS (2005) Thoracoscopy in infants and children: the state of the art. *J Pediatr Surg* 40:303-306
3. Rothenberg SS, Wagener JS, Chang JHT et al (1996) The safety and efficacy of thoracoscopy lung biopsy for diagnosis and treatment in infants and children. *J Pediatr Surg* 31:100-104
4. Rothenberg SS (2000) Thoracoscopic Lung Resection in Children. *J Pediatr Surg* 35:271-275
5. Mack MJ, Shennib H, Landreneau RJ et al (1993) Techniques for localization of pulmonary nodules for thoracoscopic resection. *J Cardiovasc Surg* 106:550-553
6. Saenz NC, Conlon KC, Aronson DC et al (1997) The application of minimal access procedures in infants, children, and young adults with pediatric malignancies. *J Laparosc Adv Surg Tech* 7:289-294
7. Rao BN (1997) Present day concepts of thoracoscopy as a modality for pediatric cancer management. *Int Surg* 82:123-126
8. Graham DD, McGahren ED, Tribble CG et al (1994) Use of video-assisted thoracic surgery in the treatment of chylothorax. *Ann Thorac Surg* 57:1507-1511
9. Kent RB, Pinson TW (1993) Thoracoscopic ligation of the thoracic duct. *Surg Endosc* 7:52-53
10. Rogers DA, Lobe TE, Schropp KP (1993) Video-assisted Thoracoscopic Surgery in the Pediatric Patient. *Chest Surgery Clinics of North America* 3:325-336
11. Tribble CG, Selden RF, Rodgers BM (1986) Talc poudrage in the treatment of spontaneous pneumothoraces in patients with cystic fibrosis. *Ann Surg* 204:677-680
12. Nathanison KL, Sami SM, Wood RA et al (1991) Videothoracoscopic Ligation of Bulla and Pleurectomy for Spontaneous Pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 52:316-319

13. Kern JA, Rodgers BM (1993) Thoracoscopy in the management of empyema in children. *J Pediatr Surg* 28:1128-1132
14. Silen ML, Weber TR (1995) Thoracoscopic debridement of loculated empyema thoracis in children. *Ann Thor Surg* 59:1166-1168
15. Stovroff M, Teague G, Heiss HF et al (1995) Thoracoscopy in the management of pediatric empyema. *J Pediatr Surg* 30:1211-1215
16. Davidoff AM, Hebra A, Kerr J et al (1996) Thoracoscopic management of empyema in children. *J Laparoendosc Surg* 6[suppl 1]:S51-S54
17. Watine O, Mensier E, Delecluse P et al (1994) Pulmonary sequestration treated by video-assisted thoracoscopic resection. *J Cardio Thorac Surg* 8:155-156
18. Granata C, Gambini C, Balducci T et al (1998) Bronchioalveolar carcinoma arising in congenital cystic adenomatoid malformation in a child: a case report and review on malignancies originating in congenital cystic adenomatoid malformation. *Pediatr Pulmonol* 25:62-66
19. Aziz D, Langer JC, Tuuha SE et al (2004) Perinatal diagnosed asymptomatic congenital cystic adenomatoid malformation: to resect or not? *J Pediatr Surg* 39:329-334
20. Goto H, Boozalis ST, Benson KT et al (1987) High-frequency jet ventilation for resection of congenital lobar emphysema. *Anesth Analg* 123:649-660
21. Glenski JA, Thibeault DW, Hall FK et al (1986) Selective bronchial intubation in infants with lobar emphysema: indications, complications and long-term outcome. *Am J Perinatol* 3:199-204
22. Philippos EZ, Libsekal K (1998) Flexible bronchoscopy in the management of congenital lobar emphysema in the neonate. *Can Resp J* 5:219-221
23. Rothenberg SS (2000) Thoracoscopic lung resection in children. *J Pediatr Surg* 35:271-275
24. Lobe TE (1993) Evolving laparoscopic and thoracoscopic procedure in infants and children. *Laparosc Surg* 1:184-204
25. Rothenberg SS (2003) Experience with thoracoscopic lobectomy in infants and children. *J Pediatr Surg* 38:102-104
26. Rodgers BM, Talbert JL (1976) Thoracoscopy for diagnosis of intrathoracic lesions in children. *J Pediatr Surg* 11:703-708
27. Nobuhara KK, Gorski YC, La Quaglia MP et al (1997) Bronchogenic cysts and esophageal duplication: common origin and treatment. *J Pediatr Surg* 32:1408-1413
28. Azzie G, Beasley S (2003) Diagnosis and treatment of foregut duplications. *Semin Pediatr Surg* 12:46-54
29. Mazziotti MV, Ternberg JL (1997) Continuous communicating esophageal and gastric duplication. *J Pediatr Surg* 32:775-778
30. Superina RA, Ein SH, Humphreys RP et al (1984) Cystic duplications of the esophagus and neurenteric cysts. *J Pediatr Surg* 19:527-529
31. Ferro MM, Milner R, Voto L et al (1998) Intrathoracic alimentary tract duplication cyst treated in utero by thoracoamniotic shunting. *Fetal Diagn Ther* 13:343-347
32. Watts AC, Munro FD (2003) Thoracoscopic excision of an intramural esophageal duplication cyst: a case report. *Pediatr Endosurg Innov Tech* 7:55-59
33. Yim APC, Kay RLC, Ho JKS (1995) Video-assisted thoracoscopic thymectomy for myasthenia gravis. *Chest* 1995 108:1440-1443
34. Becmeur F, Chaouachi B, Dhaoui R et al (1994) La chirurgie thoracique vidéo-assistée des kystes hydatiques du poumon chez l'enfant. *J Chir* 131:541-543
35. Alrabeeh A, Giacomamanio M, Gillis DA (1988) Paraesophageal hernia after Nissen fundoplication in pediatric patients. *J Pediatr Surg* 23:766-768
36. Ashcraft KW, Holder TM, Amoury RA et al (1984) The Thal fundoplication for gastroesophageal reflux. *J Pediatr Surg* 19:480-483
37. Festen C (1981) Paraesophageal hernia: a major complication of Nissen fundoplication. *J Pediatr Surg* 16:496-499
38. Caniano DA, Ginn-Pease M, King DR (1990) The failed antireflux procedure: analysis of the risk factors and morbidity. *J Pediatr Surg* 25:1022-1026
39. Sartotelli KH, Rothenberg Ass, Karrer FM et al (1996) Thoracoscopic repair of hiatal hernia following fundoplication: a new approach to an old problem. *J Laparoend Surg* 6[suppl 1]:S91-S93
40. Cohen Z, Shinhar D, Kurtzbar E et al (1997) Laparoscopic and thoracoscopic surgery in children and adolescents: a 3 year experience. *Pediatr Surg Int* 12:356-359
41. Kurchin A, Zweig A, Mozes M (1977) Palmar hyperhidrosis and its surgical treatment. *Ann Surg* 186:34-41
42. Kux M (1978) Thoracic endoscopic sympathectomy in palmar and axillar Hyperhidrosis. *Arch Surg* 113:264-266
43. Malone PS, Cameron AEP, Rennie JA (1986) Endoscopic thoracic sympathectomy in the treatment of upper limb hyperhidrosis. *Ann R Coll Surg Engl* 68:93-94
44. Laborde F, Noirhomme P, Karam J et al (1993) A new video-assisted thoracoscopic surgical technique for interruption of patent ductus arteriosus in infants and children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 105:278-280
45. Lobe TE: Patent ductus arteriosus (1993) In: Lobe TE, Shropp KP (eds) *Pediatric laparoscopy and thoracoscopy*, W.B. Saunders, Philadelphia
46. Delgado MD, Matute JA, Jimenez MA et al (1997) The treatment of the tracheobronchomalacia in pediatric age. *Cir Pediatr* 10:65-69
47. Kamata S, Usui N, Sawai T et al (2000) Pexis of the great vessels for patients with tracheobronchomalacia in infancy. *J Pediatr Surg* 35(3):454-457
48. Applebaum H, Wolley MM (1990) Pericardial flap aortopexy for tracheomalacia. *J Pediatr Surg* 25:30-32
49. Lobe TE, Rothenberg SS, Waldschmidt J et al (1999) Thoracoscopic repair of esophageal atresia in an infant: a surgical first. *Pediatr Endosurg Innovative Tech* 3:141-148
50. Rothenberg SS (2000) Thoracoscopic repair of a tracheoesophageal fistula in a neonate. *Pediatr Endosurg Innovative Tech* 4:150-156
51. Nuss D, Kelly RE JR, Croitoru DP et al (1998) Repair of pectus excavatum. *Pediatr Endosurg Innovative Tech* 2:205-221
52. Nuss D, Kelly RE JR, Croitoru DP et al (1998) A 10 year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 33:545-552
53. Nuss D, Kelly RE JR, Croitoru DP et al (2002) Experience and modification update for the minimally invasive Nuss technique for pectus excavatum repair in 303 patients. *J Pediatr Surg* 37:437-445
54. Georghiou GP, Stamler A, Sharoni E et al (2005) Video-assisted thoracoscopic pericardial window for diagnosis and management of pericardial effusion. *Ann Thorac Surg* 80(2):607-610
55. Lobe TE, Schropp KP (1993) *Pediatric laparoscopy and thoracoscopy* W.B. Saunders, Philadelphia

- 
56. Borotto E, Gaudric M, Danel B et al (1996) Risk factors of oesophageal perforation during pneumatic dilatation for achalasia. *Gut* 39:9-12
  57. Morino M, Rebecchi F, Festa V et al (1997) Preoperative pneumatic dilatation represents a risk factor for laparoscopic Heller myotomy. *Surg Endosc* 11:359-361
  58. Pellegrini CA, Leichter R, Patti M et al (1993) Thoracoscopic esophageal myotomy in the treatment of achalasia. *Ann Thorac Surg* 56:680-682
  59. Rothenberg SS, Partrick DA, Bealer JF et al (2001) Evaluation of minimally invasive approaches to achalasia in children. *J Pediatr Surg* 36:808-810
  60. Holcomb GW III, Richards WO, Riedel BD et al (1996) Laparoscopic esophagomyotomy for the treatment of achalasia in children. *J Pediatr Surg* 31:716-718
  61. Weatherford DA, Stephenson JE, Taylor SM (1995) Thoracoscopy versus thoracotomy: Indications and advantages. *Am. Surg.* 61:83-86

## Premesse

L'accesso chirurgico alla colonna vertebrale viene tradizionalmente effettuato attraverso una via posteriore extratoracica. Patologie e malformazioni complesse richiedono tuttavia una via d'accesso più ampia ed invasiva con una mobilizzazione anteriore; la toracotomia posterolaterale, laterale od anteriore, e talvolta la sternotomia mediana associata a cervicotomia, possono pertanto essere indicate in un gruppo selezionato di pazienti. Tuttavia, queste vie d'accesso comportano un numero non indifferente di problemi ed una percentuale non trascurabile di complicanze: l'incisione chirurgica è ampia e traumatica, il dolore postoperatorio è sempre presente e spesso dominabile con difficoltà anche con l'analgesia peridurale; è necessaria una ampia mobilizzazione del parenchima polmonare, ed il risultato estetico lascia spesso a desiderare, tenendo presente che nella maggior parte dei casi si tratta di pazienti giovani.

La chirurgia toracica videoassistita (VATS) costituisce una valida alternativa per l'accesso anteriore al distretto toracico della colonna vertebrale, offrendo risultati sovrapponibili alla toracotomia convenzionale [1]. Attraverso tre-quattro incisioni di un centimetro è possibile accedere al cavo pleurico con un trauma chirurgico estremamente ridotto; l'impiego di una videocamera consente di ingrandire il campo operatorio facilitando il compito dell'operatore e la collaborazione dell'assistente durante la dissezione degli spazi intervertebrali. Le porte accessorie consentono l'impiego di strumenti particolari disegnati specificatamente per questo tipo di chirurgia.

La toracosopia convenzionale è stata impiegata per oltre 80 anni per la diagnosi ed il trattamento delle lesioni pleuriche ed a carico del parenchima polmonare [2]. La tecnologia messa a punto per effettuare interventi di chirurgia laparoscopica ha stimolato nuovo interesse per la chirurgia mininvasiva consentendo di ampliare le applicazioni cliniche non solo nel campo della chirurgia addominale, ma anche di tutte le altre branche della chirurgia (chirurgia toracica, cardiaca, urologica, ginecologica ed ortopedica).

L'applicazione della videotoracosopia nel campo della chirurgia della colonna è stata più tardiva. I primi studi clinici sono stati pubblicati all'inizio degli anni '90, subito dopo la comunicazione delle ricerche sperimentali. La diffusione scientifica è stata comunque sempre affidata ai meetings di chirurgia vertebrale ed ortopedica, piuttosto che alle sessioni di chirurgia toracica.

L'introduzione della moderna tecnologia ha consentito di migliorare ed ottimizzare la resa delle immagini consentendo vie d'accesso a bassa invasività.

Con l'impiego di questa tecnologia è oggi possibile effettuare per via toracoscopica la maggior parte degli interventi di chirurgia vertebrale che richiedono una via d'accesso anteriore, includendo le discectomie multiple per scoliosi (Fig. 1a e b), con stabilizzazione intratoracica, e l'asportazione di corpi vertebrali o coste con la relativa ricostruzione in materiale protesico.

Anche il prelievo di segmenti costali successivamente impiegati per la ricostruzione può essere effettuato dall'interno con una via d'accesso mininvasiva, eliminando la necessità di una toracotomia. La via d'accesso toracoscopica può essere impiegata anche in pazienti pediatriche per la correzione delle malformazioni della colonna (*"anterior release"*).

## Indicazioni

Le principali indicazioni all'impiego della VATS in chirurgia vertebrale includono tutte le patologie che richiedono un *"release"* anteriore della colonna, con o senza stabilizzazione strumentale:

- scoliosi rigide;
- malformazioni cifotiche;
- patologie neuromuscolari;
- malformazioni associate a malattie metaboliche;
- neurofibromatosi associata a lesioni intratoraciche ed a malformazioni della colonna;
- ernie discali del distretto toracico;
- biopsie di lesioni di qualunque natura (infettiva, neoplastica, ecc.).



**Fig. 1a.** Scoliosi destroconvessa: Radiografia prima della correzione per via toracoscopica



**Fig. 1b.** Stesso caso dopo "release" anteriore per via toracoscopica e strumentazione per via posteriore

Esistono tuttavia delle chiare controindicazioni all'impiego della VATS nel trattamento della patologia vertebrale:

1. Impossibilità di effettuare una ventilazione monopolmonare;
2. Insufficienza respiratoria severa;
3. Presenza di aderenze pleuriche tenaci;
4. Empiema pleurico;
5. Precedenti interventi di chirurgia toracica maggiore [3].

È necessario ricordare che le malformazioni della colonna vertebrale sono quasi sempre accompagnate da altre patologie, in particolare cardiache; le malformazioni cardiache vengono spesso trattate in periodo postnatale, o comunque in età pediatrica, con interventi chirurgici che richiedono solitamente un approccio toracotomico o sternotomico.

Questi precedenti non costituiscono comunque una controindicazione assoluta; la necessità di effettuare una estesa lisi delle aderenze richiede tempi operatori più lunghi e predispone all'insorgenza di complicanze infettive; è inoltre sicuramente necessaria una maggiore esperienza e confidenza con le problematiche di chirurgia toracica da parte dell'operatore.

## Accessi e tecnica chirurgica



L'approccio chirurgico richiede il coordinamento di diversi specialisti; l'anestesista deve conoscere le problematiche della chirurgia toracica, dell'ortopedia e spesso anche dell'approccio al paziente pediatrico.

Dal punto di vista chirurgico viene spesso organizzato un intervento in collaborazione con il chirurgo toracico, che guida l'accesso alla colonna ed organizza il campo operatorio.

La posizione dell'operatore e degli assistenti varia in funzione delle preferenze dei singoli e può essere modificata caso per caso; possono posizionarsi ai due lati del tavolo operatorio, ed in questa situazione sarebbe opportuno avere a disposizione due monitors; oppure possono lavorare dal versante anteriore, controllando il monitor posizionato in corrispondenza della schiena del paziente.

L'approccio toracoscopico alla colonna richiede comunque una approfondita conoscenza di tutte le tecniche toracoscopiche di base, e la familiarità con gli interventi di chirurgia toracica maggiore a cielo aperto [4].

L'anestesista solitamente impiega un tubo endotracheale a doppio lume od un bloccatore bronchiale per la ventilazione selettiva del polmone controllaterale.

Il monitoraggio standard rispecchia le tecniche di anestesia in chirurgia toracica (linea arteriosa, ossimetria, ET-CO<sub>2</sub>, ecc.). Dal punto di vista statistico la maggior parte delle deformità della colonna vertebrale vengono approcciate dal versante destro; per questo motivo il paziente viene generalmente posizionato in decubito laterale sinistro [5].

Il braccio viene iperesteso per consentire l'eventuale posizionamento di porte d'accesso anche a livello del cavo ascellare con lo scopo di raggiungere la parte più alta del campo operatorio. Generalmente vengono impiegate 4-5 porte d'accesso.

La prima incisione viene effettuata in corrispondenza del sesto – settimo spazio intercostale sulla linea ascellare posteriore. Le altre porte d'accesso vengono generalmente poste anteriormente a delineare una L invertita, con la branca corta diretta posteriormente. Vengono generalmente utilizzati "trocars" da 13-15 mm, introducendo un toracoscopio da 10 mm con ottica a 0°. La possibilità di disporre anche di un ottica a 30° migliora sicuramente la visione d'insieme, soprattutto nella parte più profonda degli spazi intervertebrali nei quali viene effettuata la dissezione [6].

Dopo l'inserzione del primo trocar il posizionamento delle porte d'accesso successive deve avvenire sempre dopo avere effettuato un'esplorazione completa del cavo pleurico ed essersi resi conto dei rapporti anatomici della malformazione che si intende trattare. L'inserimento deve essere sempre effettuato sotto visione diretta, immaginando anche il tipo di strumento da introdurre attraverso ciascuna porta d'accesso. Le incisioni dovrebbero comunque essere il più distante possibile tra di loro per migliorare la manovrabilità dello strumentario. Possono essere impiegati sia trocars rigidi che flessibili. L'impiego di trocars rigidi sicuramente previene il danneggiamento del toracoscopio ma causa maggior dolore nel decorso postoperatorio. I trocars flessibili, oltre ad avere un impatto minore sul dolore postoperatorio, offrono il vantaggio di potere introdurre più strumenti al loro interno.

L'insufflazione di anidride carbonica all'interno del cavo pleurico non è ovviamente necessaria in quanto il collasso del parenchima polmonare si verifica fisiologicamente una volta messo l'interno del torace in comunicazione con l'esterno.

Può essere talvolta utile applicare un'aspirazione all'interno del tubo endobronchiale per facilitare e velocizzare il completo collasso del polmone. La possibilità di ruotare il tavolo operatorio anteriormente e di impiegare posizioni di Trendelenburg ed anti-Trendelenburg per l'approccio alla parte superiore della colonna vertebrale, od all'estremo distale in prossimità del diaframma, consente sicuramente di migliorare la visibilità allon-

tanando il parenchima polmonare dal campo operatorio senza la necessità di introdurre strumenti per la retrazione.

Generalmente, le prime vertebre toraciche sono visualizzabili con facilità non appena il parenchima polmonare è completamente collassato. Sul versante opposto, in corrispondenza della parte inferiore della colonna vertebrale, il diaframma deve essere retratto in basso se si intende lavorare più in basso di T9-T10. La retrazione del parenchima polmonare e del diaframma può essere effettuata con retrattori "a ventaglio", che possono essere introdotti chiusi, e vengono aperti sotto visione diretta all'interno del torace.

Dopo una attenta valutazione dell'anatomia della colonna vertebrale è importante individuare i livelli dove effettuare l'anulotomia e la discectomia. Le coste possono essere individuate e contate dall'interno. Esistono tuttavia alcuni punti di repere generici che possono essere di grande aiuto: per esempio, la vena intercostale suprema solitamente sbocca nella vena azygos a livello dello spazio intercostale corrispondente a T3 o T4. Se sussistono problemi di localizzazione dello spazio da aggredire chirurgicamente si può marcare il disco intervertebrale con un ago ed effettuare una radiografia del torace per verificarne la posizione.

La tecnica toracoscopica ripercorre gli stessi tempi operatori degli interventi a cielo aperto [7].

La pleura parietale viene incisa verticalmente con l'impiego dell'elettrobisturi o dell'"harmonic scalpel". I corpi vertebrali ed i dischi corrispondenti si identificano facilmente; è altrettanto facile identificare i vasi segmentari corrispondenti. Questi vasi possono essere coagulati, legati e sezionati, oppure lasciati integri. Esiste un'ampia documentazione scientifica che dimostra come la loro interruzione non provochi complicanze di tipo neurologico.

La correzione delle patologie malformative della colonna più frequenti (cifo-scoliosi) richiede generalmente il "release anteriore" con discectomie multiple (solitamente 6-8 livelli).

Anche la correzione di ernie discali richiede la discectomia; lo spazio intervertebrale può successivamente essere riempito con osso autologo o proveniente da banca. Con l'acquisizione di una maggiore esperienza si riesce di solito a liberare lo spazio intervertebrale per un arco di circa 250 gradi, quasi da un peduncolo a quello del lato opposto [8, 9].

Dopo conferma del livello si inizia ad incidere il primo disco intervertebrale utilizzando l'elettrobisturi. Il disco viene quindi rimosso utilizzando curette, Kerrison e pinze pituitarie endoscopiche fino al legamento longitudinale, che viene assottigliato, anteriormente e posteriormente fino alla testa co-

stale. Quindi si procede alla decorticazione dei piatti epifisari con le curette. Il disco viene zaffato con Surgicel® per controllare il sanguinamento.

Nei casi in cui sia prevista una strumentazione intratoracica della colonna, i vasi segmentali che decorrono al centro del corpo vertebrale devono essere legati o coagulati; a questo livello verrà successivamente infisso il filo guida. Il filo di Kirschner (“K”) deve essere introdotto nella parte centrale del corpo vertebrale leggermente anteriormente alla testa della costa con direzione latero-laterale leggermente inclinata da posteriore ad anteriore per evitare di entrare nel canale vertebrale. Con l’amplificatore si verifica la correttezza del posizionamento del filo di “K” che deve essere parallelo ai piatti vertebrali. Si applica quindi la vite cannulata direttamente, se autofilettante, o previa preparazione dopo aver verificato la lunghezza sul filo guida. Estremamente importante mantenere bloccato il “K” con una pinza per evitarne la progressione durante la filettatura e l’introduzione della vite con conseguenti lesioni dei vasi o del polmone. Il filo viene rimosso quando la vite è stata inserita per oltre la metà. La vite deve essere bicorticale per avere una solida presa. Una volta applicate tutte le viti il Surgicel® viene rimosso ed i trapianti applicati con l’apposito tubo di introduzione. I dischi vengono riempiti di trapianti ottenuti o con le coste rimosse per via toracoscopica o con trapianti omologhi o con sostituti dell’osso (idrossiapatite), anche se questi ultimi tipi di trapianti sono scarsamente utilizzati a causa dell’elevata percentuale di mancata fusione. La strumentazione viene iniziata a partire dalla vertebra superiore. Si determina quindi la lunghezza della barra o con misure preoperatorie o intraoperatoriamente con apposito filo prova. Si modella la barra e la si introduce in cavità utilizzando la porta inferiore dopo aver rimosso la cannula. La barra viene introdotta nell’apposito alloggiamento della vite e fissata alla vite inferiore con lo strumentario dedicato. Dopo aver serrato la barra sulla vite inferiore si procede all’inserzione della barra nelle rimanenti viti in successione dall’inferiore alla superiore. La barra viene gradualmente inserita mediante appositi spingibarra nelle viti e quindi fissata alle viti con dei fermi. Si esegue quindi la compressione applicando un compressore su due viti attraverso la porta. Si inizia partendo dalle viti inferiori ripetendo la manovra con le rimanenti viti in senso craniale. Una volta completata la compressione si esegue il serraggio dei fermi e la procedura è completata [10].

L’approccio toracoscopico consente di preparare in alto fino al disco T2/T3, mentre caudalmente, sul versante diaframmatici, si può raggiungere in sicurezza il disco L2. Al termine della discectomia lo

spazio liberato viene riempito con materiale che favorisce la coagulazione, per limitare le perdite ematiche. La mobilità della colonna viene testata ruotando un elevatore del periostio nello spazio intervertebrale; il “*release anteriore*” completo dovrebbe incrementare notevolmente la mobilità della colonna e permettere la correzione del difetto. Nella maggior parte dei casi si inserisce nello spazio intervertebrale tessuto osseo autologo prelevato da altra sede (costa, cresta iliaca), allotrapianti, o gabbiette metalliche.

È opportuno effettuare al termine della procedura chirurgica un’attenta toilette del cavo pleurico; si può inoltre applicare della colla di fibrina umana per migliorare l’emostasi e la pleura parietale può essere chiusa al di sopra dei corpi vertebrali. L’emostasi deve comunque essere sempre molto accurata. Il posizionamento di un solo tubo di drenaggio toracico è sufficiente. Al termine della procedura toracoscopica di correzione di una patologia malformativa come la cifoscoliosi, nei casi in cui sia prevista una stabilizzazione posteriore, il paziente viene posizionato delicatamente in posizione prona per completare l’intervento. La strumentazione posteriore può essere effettuata anche in un secondo tempo. Alcuni Autori hanno descritto un approccio toracoscopico posteriore in posizione prona contemporaneamente all’accesso posteriore extratoracico di stabilizzazione per ridurre i tempi operatori.

## Complicanze

Le potenziali complicanze di un approccio toracoscopico alla colonna vertebrale sono del tutto sovrapponibili a quelle della chirurgia a cielo aperto [11].

L’emostasi deve essere sempre controllata accuratamente; il sanguinamento dal piatto vertebrale, dai plessi venosi o dai vasi segmentari è sempre possibile e deve essere controllato prima di introdurre materiale osseo nello spazio intervertebrale. Potenziali perdite aeree a partire dalla superficie del parenchima polmonare sono sempre possibili, soprattutto nei casi in cui è stato necessario sezionare delle aderenze pleuriche, o manipolare il parenchima durante l’intervento.

Sono state descritte anche perdite di liquido cerebrospinale per lesioni della dura. L’approccio toracoscopico ai corpi vertebrali iuxtadiaframmatici può favorire una lesione del dotto toracico con conseguente chilotorace; il trattamento è sovrapponibile a quello intrapreso per lesioni con altra eziologia.

logia. Sono state descritte anche lesioni midollari; durante l'intervento è sempre opportuno effettuare un monitoraggio dei potenziali evocati somatosensoriali; se la registrazione mette in evidenza un danno è necessario somministrare immediatamente steroidi.

La prevenzione delle complicanze è fondamentale; per questo la tecnica chirurgica deve essere il più possibile simile a quella a torace aperto. Una conversione a toracotomia non deve comunque essere considerata un fallimento.

## Conclusioni

L'approccio toracoscopico nel campo della chirurgia vertebrale presenta indubbiamente alcuni vantaggi: tempi operatori ridotti, risultati cosmetici migliori, minori perdite ematiche, riduzione del dolore postoperatorio, dei tempi di permanenza in terapia intensiva e di ospedalizzazione.

Anche il rischio di complicanze infettive è minore ed i tempi di ripresa funzionale sono più rapidi.

Esiste certamente una curva di apprendimento che deve passare attraverso il laboratorio sperimentale ed interventi meno impegnativi; questo soprattutto per migliorare la capacità di affrontare e risolvere potenziali complicanze senza necessariamente ricorrere alla conversione in toracotomia aperta.

Le potenziali limitazioni sono legate all'impossibilità di inserire di routine gli impianti necessari per la correzione della patologia.

Le potenzialità della chirurgia toracoscopica per l'approccio alla colonna vertebrale sono in continua evoluzione e si modificano con la tecnologia disponibile.

La chirurgia robotica che si sta progressivamente diffondendo in cardiocirurgia ed in altre bran-

che della chirurgia contribuirà certamente ad ampliare ulteriormente gli orizzonti migliorando i risultati.

## Bibliografia

1. Crawford AH (1997) Video-assisted thoracoscopy. Spine: State of the Art Reviews II, Hanley & Belfus, Philadelphia
2. Jacobaeus HC (1910) Possibility of the use of cystoscope for the investigation of the serous cavities. *Munchen Med Wochenschr* 57:3090-3092
3. Kaser LR, Barvaria JE (1993) Complications of thoracoscopy. *Ann Thorac Surg* 56:796-798
4. Mack MJ, Regan JJ, Bobechko WP et al (1993) Application of thoracoscopy for disease of the spine. *Ann Thorac Surg* 56:736-738
5. Mack MJ, Regan JJ, McFee PC et al (1995) Video-assisted thoracic surgery for the anterior approach to the thoracic spine. *Ann Thorac Surg* 59:1102-1106
6. Mehlman CT, Crawford AH (1997) Video-assisted thoracoscopic surgery: Pediatric orthopaedic applications. In: Zdeblick T (ed) *Anterior Approaches in Spine Surgery*. Quality Medical Publishing, St. Louis
7. Mehlman CT, Crawford AH, Wolf RK (1997) Video-assisted thoracoscopic surgery (VATS): Endoscopic thoracoplasty technique. *Spine* 22:2178-2182
8. Newton PO, Wenger DR, Mubarak SJ et al (1997) Anterior release and fusion in pediatric spinal deformity: A comparison of early outcome and cost of thoracoscopic and open thoracotomy approaches. *Spine* 22:1398-1406
9. Picetti G III, Blackman RG, O'Neal K et al (1998) Anterior endoscopic correction and fusion of scoliosis. *Orthopaedics* 20:1285-1287
10. Wall EJ, Bylski-Austrow DI, Shelton FS et al (1998) Endoscopic discectomy increases thoracic spine flexibility as effectively as open discectomy: A mechanical study in a porcine model. *Spine* 23:9-16
11. Winter RB, Lonstein JE, Denis F et al (1996) The risk of paraplegia secondary to segmental vessel ligation: An analysis of 1197 consecutive anterior operations. *Orthop Trans* 19:616

## Premesse

L'approccio videoassistito ha rappresentato indubbiamente la maggiore innovazione degli ultimi 15 anni nel campo della chirurgia del torace e degli organi endotoracici.

Nata come sorella minore della chirurgia laparoscopica, la chirurgia toracica videoendoscopica è riuscita a darsi in poco tempo dignità di branca autonoma con prerogative, caratteristiche, problematiche proprie. Ad un primo momento in cui, sull'onda dell'entusiasmo la nuova metodica veniva preferita in modo estensivo alla chirurgia convenzionale, ha fatto seguito una seconda fase nella quale si è giunti ad una più corretta e condivisa definizione delle indicazioni ed ad un perfezionamento ulteriore degli aspetti tecnici. Si sta giungendo ad una selezione dei diversi campi di applicazione dei due approcci, mininvasivo ed "open", essendo stato ormai metabolizzato il principio che le due metodiche non sono in antitesi tra di loro, potendo tutt'al più essere alternative.

L'accesso videoassistito presenta dei lati estremamente positivi, primo fra tutti la mininvasività.

La ricerca della mininvasività ha portato col tempo a modulare a seconda dei casi i diversi approcci, alternando le tecniche totalmente videoendoscopiche ad altre nelle quali il supporto video viene affiancato ad un accesso "open". I due approcci possono essere quindi considerati complementari e possono essere proposti in associazione producendo una sintesi ideale in cui siano apprezzabili i vantaggi di entrambi senza che ne compaiano i relativi svantaggi.

La chirurgia videoendoscopica, contiene anche lati negativi, rappresentati soprattutto dai limiti intrinseci alla metodica e da un nuovo tipo di impatto fisico e mentale a cui il chirurgo deve adattarsi spesso con difficoltà in relazione ad alcune peculiari aspetti della tecnica che la rendono del tutto differente dall'accesso convenzionale "open". L'operatore che si dedica alla chirurgia videoassistita sarà pertanto un chirurgo con esperienza particolare in questo campo, che gli deriva da un training mirato e rigoroso. Ma deve naturalmente avere cono-

scenza e pratica della chirurgia convenzionale per poter fronteggiare qualsiasi evenienza che renda necessaria una conversione dell'intervento in toracotomia.

## Stato dell'arte

La chirurgia toracica videoassistita presenta indubbi vantaggi rispetto alla chirurgia "open" che ne hanno decretato il rapido successo.

La mininvasività rappresenta come già premesso uno dei punti di forza di questa metodica, tale da rendere possibile l'intervento anche in casi non candidabili in toracotomia.

La visione intraoperatoria risulta magnificata e ben più definita soprattutto nelle zone di non agevole accesso (apice del cavo pleurico, recessi costodiframmatici).

Il sistema immunitario viene depresso in misura minore rispetto agli interventi in toracotomia e questo si traduce in una ridotta predisposizione postoperatoria alle infezioni o alla ripresa a medio termine di una eventuale neoplasia di base [1, 2].

Da ultimo l'effettiva riduzione dei giorni di degenza ed il precoce recupero postoperatorio permettono una ricaduta positiva sui costi ospedalieri [1, 3] (Tab. 1).

Gli svantaggi della tecnica videoendoscopica sono in parte intrinseci alla metodica stessa, dovuti cioè alla mancanza di un riscontro palpatorio completo e di una percezione visiva stereoscopica, ed al-

**Tabella 1.** Vantaggi della Chirurgia Toracica Videoassistita

Minor traumatismo operatorio
Estensione a pazienti a rischio per la toracotomia
Visione operatoria magnificata
Minore depressione del sistema immunitario
Precoce recupero postoperatorio
Minori costi

la presenza di una visione che pur magnificata risulta sempre confinata in un campo limitato e che non consente di avere un quadro d'insieme.

Altri limiti sono rappresentati dai dubbi sulla effettiva efficacia come procedura oncologica definitiva, dalla difficoltà ad eseguire interventi complessi, dalla necessità di un training continuo per allenare il chirurgo alla visione bidimensionale ed al coordinamento corretto dei movimenti (Tab. 2).

Gli **incidenti** che si registrano in corso di chirurgia toracica videoassistita, pur se molto contenuti, possono essere riferibili:

- Alla tecnica anestesiológica. La ventilazione monopolmonare, condizione essenziale per poter eseguire l'intervento, può causare desaturazione arteriosa di O<sub>2</sub>. L'induzione del pneumotorace con insufflatore di CO<sub>2</sub> può determinare complicanze quali ipotensione e bradicardia, pneumotorace iperteso, embolia gassosa [4].
- Allo strumentario. L'utilizzo di trocari soprattutto rigidi può determinare nevralgie intercostali postoperatorie: viene pertanto a cadere uno dei vantaggi più significativi della tecnica mininvasiva, la riduzione del dolore [5].
- Alla tecnica chirurgica. Il trocar può essere erroneamente inserito al di sotto dell'emidiaframma. Fortunatamente questo tipo di evenienza difficilmente procura dei danni a carico degli organi sottodiaframmatici. Possono verificarsi emorragie importanti o anche lesioni di un viscere o di una struttura endotoracica in seguito ad un' incauta manovra chirurgica che possono rendere necessaria un'immediata conversione in toracotomia [5] (Tab. 3).

Le **complicanze** di questo tipo di chirurgia sono per certi aspetti le stesse della chirurgia convenzionale, vale a dire:

- le infezioni, l'emorragia, la fuga aerea protratta, le aritmie [6].
- complicanza peculiare è il rischio di insemenza di cellule tumorali negli accessi toracoscopici, che rende necessaria la raccolta ed il ri-

**Tabella 2.** Svantaggi e limiti della Chirurgia Toracica Videoassistita

Minore esposizione del campo operatorio
Mancanza di riscontro palpatorio completo
Mancanza di visione stereoscopica
Dubbi come procedura oncologica definitiva
Difficoltà ad eseguire interventi complessi
Training

**Tabella 3.** Cause di incidenti in corso di Chirurgia Toracica Videoassistita

Tecnica anestesiológica
• ventilazione monopolmonare
• insufflazione con CO <sub>2</sub>
Strumentario
• trocar
Tecnica chirurgica
• inserimento sottodiaframmatico del trocar
• emorragie
• lesione di un viscere o di una struttura intratoracica

tiro su Endobag dei reperti operatori neoplastici ed il trattamento radiante effettuato sulle porte toracoscopiche in corso di mesotelioma pleurico maligno.

È indubbio che dal punto di vista strettamente tecnico la maggior parte degli interventi eseguiti in chirurgia "open" possano essere realizzati anche in chirurgia videoassistita.

In mano a chirurghi esperti ed allenati e con l'ausilio di apparecchiature miniaturizzate e sempre più sofisticate anche interventi complessi possono essere effettuati con un accesso mininvasivo. La questione è quella di valutare se alla fine l'intervento videoassistito presenta dei vantaggi reali rispetto a quello effettuato con tecnica convenzionale.

Questo tipo di valutazione è già stato effettuato per alcune tipologie di interventi per i quali viene data la preferenza alla tecnica videoassistita; per altri tipi di interventi, la mancanza di dati e revisioni complete della letteratura lascia ancora dei dubbi sulla effettiva validità dell'approccio videoendoscopico. Una corretta impostazione del problema non deve quindi tralasciare i dati del rapporto rischi-costi/benefici.

## Indicazioni

Riguardo alle indicazioni, esistono patologie in cui l'intervento videoassistito rappresenta il "gold standard", quali ad esempio il pneumotorace spontaneo, ed altre su cui non c'è ancora accordo tra i vari autori.

Tutti gli interventi *diagnostico-stadiativi* di chirurgia toracica possono essere eseguiti con accesso videoendoscopico. La patologia pleurica, polmonare, mediastinica, i versamenti pericardici sono ormai sempre più spesso di pertinenza della chirurgia videoassistita. L'intervento garantisce una elevatissima accuratezza diagnostica ed allo stesso

tempo permette un accesso mininvasivo per la risoluzione di un problema che sarebbe in linea di massima sproporzionato trattare in toracotomia. In molti centri viene inoltre effettuata la videotorascopia esplorativa (VOS) in corso di cancro polmonare ed esofageo come indagine preliminare del tempo operatorio.

Tutti gli interventi *curativi* relativi a patologia benigna possono essere eseguiti in chirurgia videoassistita, sia in ambito polmonare che pleurico, mediastinico, esofageo, diaframmatico. Anche interventi sul SNA come la simpaticectomia toracica, la splancnicectomia, la vagotomia si giovano ormai da tempo dell'accesso videoendoscopico.

Gli stessi traumi toracici in particolari condizioni (assenza di instabilità emodinamica, assenza di lesione di un viscere o di una struttura endotoracica importante) vengono trattati con modalità videoassistita e l'intervento può avere una valenza sia diagnostica che terapeutica [1, 2, 6].

Riguardo agli interventi *curativi* nell'ambito della patologia maligna, l'accesso videoassistito seguito da wedge resection può essere proposto in corso di neoplasie polmonari in cui la resezione maggiore sia funzionalmente controindicata ed in corso di metastasectomia.

Le resezioni polmonari maggiori sono ancora oggetto di controversie: non tutti credono nella radicalità oncologica dell'intervento anche se i primi studi in letteratura mettono in luce risultati a 3 e 5 anni molto significativi, anche quando confrontati con l'approccio "open". Fondamentale risulta naturalmente la selezione accurata dei casi da sottoporre ad intervento: solo i pazienti con neoplasie NSCLC allo stadio I possono infatti essere considerate candidabili alla resezione per via videotorascopica. [7-9].

Le esofagectomie videoendoscopiche per cancro risultano molto impegnative dal punto di vista tecnico e per esse valgono gli stessi dubbi sulla radicalità oncologica delle resezioni polmonari maggiori; vengono tuttavia eseguite correntemente da diversi Autori e con risultati incoraggianti [10-12].

Alcuni interventi *palliativi* in corso di patologia maligna vengono infine eseguiti in chirurgia videoassistita, dalla pleurectomia parziale al talcaggio del cavo pleurico alla decompressione pericardica con creazione di una finestra pericardio-pleurica.

### Campi di esplorazione e di applicazione

La chirurgia toracica videoendoscopica ha esteso i campi di esplorazione in questi ultimi anni. Se inizialmente veniva confinata all'indagine del cavo

pleurico e degli organi endotoracici (*videotorascopia – VATS*), successivamente si è provveduto a fornire di supporto video il mediastinoscopio per l'accesso allo spazio mediastinico (*videomediastinoscopia – VAM*).

Ultimamente si è dato risalto anche all'esplorazione del cavo pericardico (*videopericardioscopia – VPC*).

I campi di applicazione in ambito toracico non interessano solo la chirurgia toracica in senso stretto, ma anche altre branche come la chirurgia pediatrica, quella ortopedica, la cardiocirurgia.

### Accessi

Gli accessi nell'ambito degli interventi videoendoscopici sono in numero variabile.

Da qualche anno si effettuano interventi anche complessi con un solo accesso endoscopico (*uniportal VATS*) ed utilizzando ottiche da 2mm (*needle-scope*) che garantiscono un traumatismo chirurgico ancora più contenuto.

La ricerca di una riduzione ulteriore dell'invasività chirurgica ha reso di impiego comune gli accessi videoassistiti in corso di chirurgia "open", da affiancare alle tecniche totalmente videoendoscopiche.

Questo tipo di approccio consente, come già enunciato, di fornire gli indubbi vantaggi delle tecniche convenzionale e videoassistita, senza essere gravato dai limiti e dagli svantaggi di ciascuna di esse.

In tal modo possono essere effettuati interventi come ad esempio le metastasectomie polmonari, per i quali l'approccio toracotomico convenzionale parrebbe eccessivo e quello totalmente videoendoscopico insufficiente.

### Tecniche e tecnologie

Premesso che la chirurgia videoassistita rappresenta un approccio nuovo e non un differente intervento, rimangono validi per quanto riguarda la tecnica i principi su cui si basa la chirurgia toracica convenzionale.

Gli interventi che si effettuano ricalcano quelli eseguiti con tecnica "open", spesso osservando i medesimi tempi chirurgici. Esiste tuttavia una notevole variabilità di interventi nell'affrontare le singole patologie, e se per alcuni casi la tecnica chirurgica si è ormai standardizzata, per altri, quali la patologia esofagea, timica, diaframmatica, bollosa polmonare (LVRS), esistono varianti tecniche a seconda del-

le scuole, che poi spesso possono portare a risultati egualmente soddisfacenti.

A supporto delle tecniche intervengono le varie e sempre più aggiornate tecnologie. Ricordiamo l'utilizzo ancora sperimentale delle pinze a sensazione tattile, concepite per compensare la mancanza della sensazione tattile e cinestesica correlata alle metodiche videoendoscopiche. La sperimentazione della FREG (pinza da presa endoscopica computerizzata con sistema "force feedback") ha permesso di potere discriminare i tessuti normali da quelli patologici ed i lusinghieri risultati ottenuti hanno incoraggiato a proseguire su questa strada [13, 14].

Il problema della mancata percezione della profondità conseguente alla visione bidimensionale è stato affrontato con l'utilizzo di occhiali o caschi speciali nei quali l'immagine si forma con un meccanismo analogo a quello fisiologico, prendendo origine da due telecamere differenti (sistema CCD). Questi tipi di dispositivi tuttavia sono gravati da un certo costo e non risultano ergonomici, anzi il loro utilizzo risulta decisamente scomodo. Per questi motivi non hanno incontrato, a tutt'oggi, un grande consenso.

La tecnologia infine ha consentito l'impiego di sistemi sempre più sofisticati ed affidabili nella localizzazione dei noduli polmonari. In tal modo, alle già collaudate metodiche quali l'iniezione di blu di metilene, l'intercettazione TAC-guidata con ago, la TUS associata a Doppler, sono seguite le tecniche radioguidate e radioimmunologiche che consentono un'individuazione ancora più sensibile e specifica del nodulo [15].

### Rapporto rischi/benefici

I dati depongono per un rapporto in linea di massima favorevole alla chirurgia mininvasiva, sia per quanto riguarda la maggiore tollerabilità all'intervento che per quanto concerne la più rapida ripresa postoperatoria. Le complicanze e gli incidenti intraoperatori sono trascurabili, sovrapponibili a quelli registrati in corso di chirurgia "open" anche per gli interventi più complessi [8, 16].

### Rapporto costi/benefici

L'argomento presenta aspetti meno univoci: a fronte di una effettiva riduzione della degenza media postoperatoria e del più rapido recupero del paziente all'attività lavorativa, stanno il costo della strumentazione, solitamente monouso, superiore a quello della chirurgia convenzionale. Alcuni Auto-

ri insistono sull'effettivo maggior costo della metodica [17-20].

Gli Autori tuttavia, d'accordo con altri [21-24], sono convinti che comunque in caso di indicazione corretta il rapporto risulti favorevole alla chirurgia videoassistita: il risparmio che si ottiene con la riduzione delle degenza media e con la più rapida convalescenza controbilancia abbondantemente l'aggravio di spesa sostenuto dall'utilizzo della strumentazione endoscopica dedicata.

## Argomenti di discussione

### Toracosopia medica, toracosopia chirurgica

Non si è ancora giunti ad una definitiva soluzione della "vexata quaestio" che dagli inizi della videotoracosopia viene da più parti sollevata: se cioè ci possa essere spazio al giorno d'oggi per una toracosopia medica ed una videotoracosopia complementari e non in antitesi. La prima viene utilizzata da internisti-pneumologi, ha indicazioni eminentemente diagnostiche, si effettua in anestesia locale e solitamente in una sala endoscopica, la seconda viene effettuata da chirurghi in sala operatoria, col paziente in narcosi ed in ventilazione monopolmonare e con finalità operative in senso lato. Noi pensiamo che, pur non escludendo la possibilità che alcune indicazioni diagnostiche possano essere di competenza ancora della toracosopia medica, il chirurgo sia lo specialista più indicato ad affrontare le problematiche della toracosopia potendo garantire una corretta, sicura e competente gestione di eventuali complicanze.

### Chirurgia "minore"?

La chirurgia toracica videoassistita deve essere considerate alla stregua di una chirurgia minore? È pur vero che ci sono interventi semplici e propedeuticamente utili come quelli diagnostici sulle patologie pleuriche o come l'apicectomia in corso di pneumotorace. È tuttavia altrettanto vero che in chirurgia videoendoscopica possono essere eseguiti interventi anche complessi come resezioni anatomiche polmonari, interventi sull'esofago, resezioni di neoformazioni mediastiniche, plastiche diaframmatiche, con modalità e tempi chirurgici sovrapponibili a quelli della chirurgia convenzionale. È peraltro un dato indubitabile che il medesimo intervento risulti di esecuzione più complessa in chirurgia videoassistita per i motivi che rendono questo tipo di approccio inizialmente impegnativo e co-

munque sempre correlato ad un costante e rigoroso training. Non risulta quindi, a nostro avviso una chirurgia “minore”, ma solamente una chirurgia che può definirsi “diversa” e assolutamente innovativa come approccio tecnico, gestuale, mentale.

### **Rischio di sovrastimare la radicalità dell'intervento**

L'accesso videoassistito può comportare l'effettivo rischio, in chirurgia oncologica, di sovrastimare la radicalità dell'intervento. Indubbiamente è reale la tentazione per il chirurgo di “fare meno” per evitare una resezione polmonare anatomica che in videotoracosopia è sempre un intervento impegnativo. La conseguenza di questo atteggiamento è la scelta di una segmentectomia atipica (wedge resection) che non può fornire garanzie di affidabilità dal punto di vista oncologico [5].

Questa problematica ovviamente non esiste in tema di patologie non neoplastiche e per questo motivo è molto meno avvertita nel campo della chirurgia laparoscopica dove gran parte degli interventi sono rivolti a trattare affezioni benigne (litiasi della colecisti, appendicopatie).

La chirurgia toracica rimane al contrario una branca dove la patologia oncologica rappresenta una quota preminente: una numerosa parte di interventi dovrà pertanto rispettare rigorosamente i principi della radicalità oncologica rappresentata dalle resezioni anatomiche per le quali il chirurgo, se non ha sufficiente esperienza nell'approccio videoassistito, dovrà procedere, previa conversione, all'intervento convenzionale.

### **Conversione VATS – toracotomia: è da considerare un insuccesso ?**

In linea di massima non sono frequenti i casi di conversione in toracotomia di un intervento videoendoscopico.

Se l'indicazione risulta corretta e se non avvengono incidenti, solitamente questa eventualità non si verifica che di rado.

Una delle cause più frequenti della conversione in chirurgia “open” è l'impossibilità ad ottenere una ventilazione monopolmonare per problemi tecnici di tipo anestesilogico o a mantenerla per tutto l'intervento, in seguito alla comparsa di intolleranza funzionale, soprattutto nei pazienti con un quadro respiratorio di base *borderline*.

Se nel primo caso l'intervento in videotoracosopia non risulta effettuabile, nel secondo può es-

sere proseguito “ad intermittenza”, alternando momenti di ventilazione monopolmonare ad altri di ventilazione bipolmonare. Se si utilizza peraltro l'insufflazione di CO<sub>2</sub> per indurre il pneumotorace, l'intervento può essere comunque eseguito anche con tubo orotracheale monolumine.

La presenza di una sindrome aderenziale tenace rende a volte impossibile continuare l'intervento con approccio videoassistito, anche se per la verità sono rare le situazioni in cui la pleurolisi non possa essere effettuata in VATS.

Un'ultima causa di conversione in toracotomia è la mancata localizzazione della lesione.

La palpazione monodigitale in corso di videotoracosopia è chiaramente parziale, come già susposto, ed è correlata al limitato raggio di azione del dito che esplora.

A volte l'esplorazione digitale risulta negativa e la mancata individuazione della patologia rende necessaria la conversione in intervento “open”. Questa problematica può tuttavia essere in parte risolta utilizzando le varie tecniche radiologiche, ecografiche, scintigrafiche di localizzazione dei noduli polmonari.

La conversione VATS – toracotomia non deve mai, in linea di principio, essere considerata un insuccesso. In alcuni casi la conversione deve essere anzi mandatoria, per fronteggiare un incidente o un'emergenza verificatasi in corso di chirurgia videoassistita.

È pur vero tuttavia che esistono altre situazioni in cui la conversione avviene a discrezione dell'operatore senza che in effetti ci siano le premesse per interrompere l'intervento videoendoscopico. È corretto quindi, secondo gli Autori, insistere nell'intervento VATS anche in presenza di alcune situazioni obiettivamente impegnative (aderenze, difficoltosa identificazione della lesione) che tuttavia in una alta percentuale di casi possono essere trattate con l'approccio mininvasivo senza essere condizionati dalla fretta. È poi altrettanto vero che risulta al contrario non solo inutile ma anche dannoso persistere ostinatamente nell'esecuzione dell'intervento videoassistito quando le difficoltà tecniche sopraggiunte non lo rendono più realizzabile: la conversione in toracotomia in questo caso non deve essere naturalmente valutata in senso negativo, ma considerata come il segno di un atteggiamento equilibrato e responsabile da parte del chirurgo.

### **“Grande taglio, grande chirurgo...”**

È un famoso adagio che ha percorso e percorre ancora le sale operatorie ed i reparti di chirurgia di ca-

sa nostra ma che è conosciuto anche al di fuori dell'Italia, essendovi il corrispettivo in inglese: “*Big surgeons make big incisions...*” [5].

Un grande taglio significa in sintesi un intervento impegnativo e solo un grande chirurgo può appunto realizzarlo. E un grande chirurgo agisce con decisione, sicurezza, e per avere la padronanza della situazione in alcuni casi è costretto ad una incisione estesa.

Questo concetto con l'avvento ed il successo della chirurgia videoassistita è stato messo in discussione ed i principi e le basi su cui si fondava sono stati rivisitati in modo critico.

Oggi è lo stesso paziente, che è informato più di quanto noi medici possiamo pensare, che giustamente ti chiede il “piccolo taglio”, l'intervento “con la telecamera”. Perché negarglielo? Se l'indicazione è corretta non ha senso ormai preferire un approccio toracotomico ad uno videoendoscopico. È da ricordare inoltre che il criterio che deve guidare ogni chirurgo nella scelta del tipo di intervento dovrebbe essere quello di scegliere ciò che è meglio per il malato e non ciò che è più comodo per l'operatore: se un intervento eseguito in chirurgia “open” risulta più agevole per il chirurgo rispetto a quello effettuato in VATS non è detto che questa sia la soluzione migliore per il paziente.

E poi è evidente che il “piccolo taglio” non debba sempre significare un “piccolo intervento” e tanto meno un “piccolo chirurgo”: interventi anche complessi si eseguono da tempo in videotoracoscopia e l'impegno tecnico risulta sicuramente superiore rispetto ad interventi analoghi eseguiti in chirurgia convenzionale.

A questo si aggiunge che il chirurgo che opera con tecniche videoassistite deve poter padroneggiare anche quelle convenzionali nel caso sia necessario gestire un'emergenza convertendo l'intervento in toracotomia: il discorso inverso non sempre è proponibile perché non tutti i chirurghi esperti di tecniche convenzionali lo sono di quelle videoassistite, o per loro scelta o per idiosincrasia alle nuove metodiche.

### **Nuovo ruolo degli operatori**

La chirurgia videoassistita ha cambiato radicalmente il ruolo e l'approccio all'intervento degli operatori. In corso di intervento convenzionale infatti la visione operatoria risulta diretta: il campo operatorio viene direttamente controllato dalla vista così come le manovre chirurgiche. Durante un intervento videoendoscopico invece la visuale del campo operatorio e il controllo della gestualità chirurgica avvie-

ne in modo indiretto, mediato dalla videocamera attraverso il monitor. L'aspetto più evidente del nuovo ruolo degli operatori in questo tipo di chirurgia è quindi rappresentato dal coinvolgimento visivo-gestuale indiretto degli stessi, affidato al supporto video.

L'evoluzione chirurgica seguirà necessariamente su questa strada, in cui i chirurghi, pur artefici e protagonisti assoluti nell'effettuare l'intervento, saranno guidati da sempre più sofisticati supporti tecnologici strumentali e visivi, di cui la chirurgia robotica rappresenta l'esempio più eclatante.

È chiaro che questo nuovo tipo di approccio può comportare all'inizio qualche problema di adattamento per uniformarsi alla visione intraoperatoria e per raggiungere un soddisfacente coordinamento delle manovre chirurgiche. Questo rende ragione della necessità di attenersi ad un congruo e costante periodo di training e della resistenza da parte di alcuni chirurghi ad adattarsi alle nuove caratteristiche della metodica.

La chirurgia convenzionale è sicuramente “più comoda”, più diretta ed in alcuni casi più rapida; quella videoassistita richiede pazienza, precisione ed un lungo apprendistato.

Non tutti i chirurghi amano questo tipo di chirurgia, ma questo è probabilmente solo un problema generazionale: gli operatori cresciuti durante gli anni '90 con la chirurgia videoassistita, saranno sempre più in grado di familiarizzarsi con le tecniche e di svilupparle ulteriormente negli anni a divenire.

### **Il futuro**

Il futuro della chirurgia toracica videoassistita sarà sicuramente correlato allo sviluppo della cosiddetta chirurgia guidata dal computer (“Computer-Assisted Surgery o CAS”), ovvero una chirurgia estremamente sofisticata che grazie all'utilizzo di apparecchiature computerizzate permette di poter eseguire in sicurezza interventi videoassistiti anche complessi.

I campi dove la computerizzazione degli strumenti e dei supporti visivi potrà ulteriormente perfezionare la chirurgia mininvasiva videoendoscopica potranno essere essenzialmente i seguenti:

### **Le tecniche di diagnosi e di rilevamento intra-operatorio**

La localizzazione endoscopica strumentale delle lesioni viene effettuata utilizzando metodiche di impiego relativamente recente quali l'ecografia tora-

coscopica (TUS) da sola o associata a Ecocolor-doppler e, nell'ambito della chirurgia radioguidata, la scintigrafia con indicatori positivi.

L'immunoscintigrafia che prevede l'utilizzo per alcune neoplasie di anticorpi monoclonali marcati è ancora in fase di sperimentazione ed al momento non è utilizzata come tecnica di rilevamento intraoperatorio.

Una tecnica di recente insorgenza e particolarmente sofisticata, che sta raggiungendo lusinghieri risultati è rappresentata dall'"Augmented Reality" (AR) apparecchiatura che visualizza parti anatomiche non visibili intraoperatoriamente (immagini TAC o RMN) ricostruite al computer in 3D ed integrate alle immagini reali. Questa tecnica permette quindi di sovrapporre una ricostruzione "virtuale" dei dati morfologici del paziente precedentemente acquisiti, alle immagini intraoperatorie in tempo reale: in tal modo risulta possibile apprezzare le strutture anatomiche non visibili direttamente permettendo all'operatore di raccogliere informazioni fondamentali per la pianificazione dell'intervento chirurgico.

I vantaggi della AR sono intuitivi: possibilità di localizzare lesioni profonde, di scegliere un piano corretto di dissezione, di rispettare le strutture vascolari adiacenti alla zona patologica, di eseguire interventi radicali dal punto di vista oncologico e con sacrificio minimo di parenchima [25].

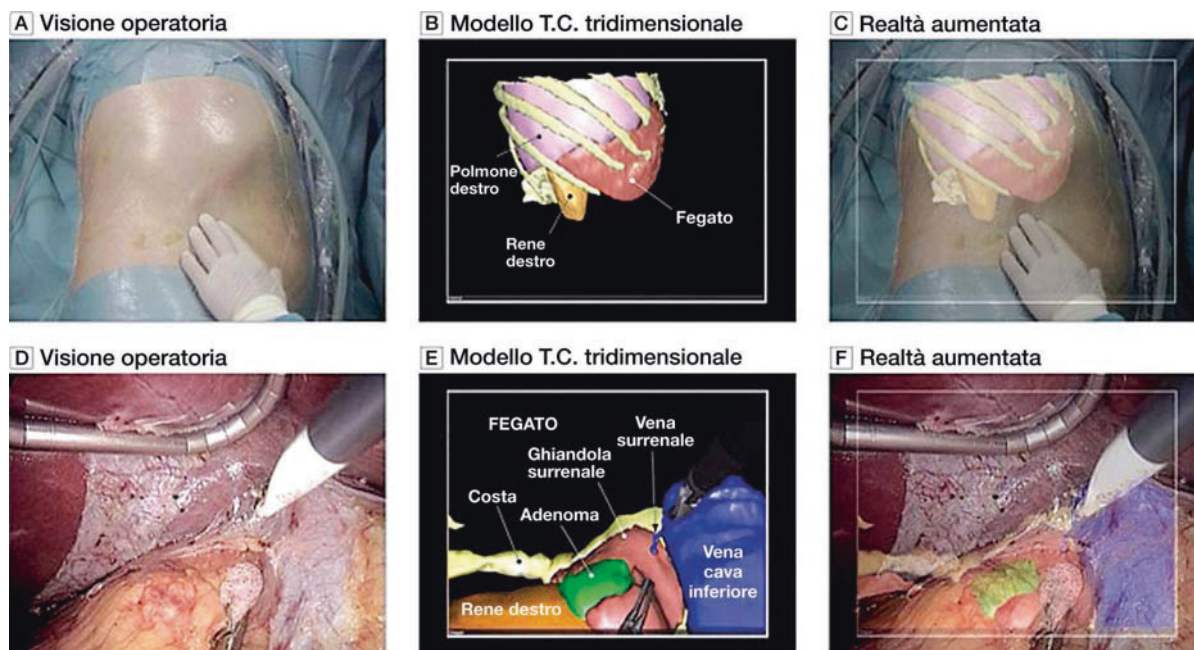
L'elevatissima definizione intraoperatoria consente di guidare la mano del chirurgo nel corso dell'intervento che risulta pertanto molto più sicuro, efficace, rapido [26, 27].

L'applicazione della AR in ambito chirurgico sta riscontrando favori in neurochirurgia ed in chirurgia maxillo-facciale. In chirurgia videoendoscopica addominale e toracica la presenza di movimenti degli organi interni determinati dal ritmo cardiaco e dalla ventilazione polmonare hanno reso difficile l'applicazione pratica della AR, anche se questi problemi di tipo tecnico si stanno gradualmente risolvendo: Marescaux per primo nel 2004 ha eseguito con successo un intervento di surrenectomia videolaparoscopica con l'aiuto della AR (Fig. 1) [25].

È assai probabile che si possa iniziare ad impiegare la tecnica anche in chirurgia toracica videoassistita in tempi brevi.

### La chirurgia robotica

Questa nuova branca chirurgica, nata nel 1998 col "da Vinci Surgical System" della californiana Intuitive Surgery e progettata inizialmente per la chirurgia cardiovascolare, si è poi estesa ad altri campi quali la neurochirurgia l'urologia, la chirurgia addominale e pelvica, la chirurgia toracica.



**Fig. 1.** Immagini intraoperatorie reali (A,D), virtuali 3D (B,E) e sovrapposte con tecnica AR (C,F) in corso di surrenectomia laparoscopica. Da: Marescaux J et al. [25] Copyright © 2004, col permesso dell'American Medical Association. All rights reserved

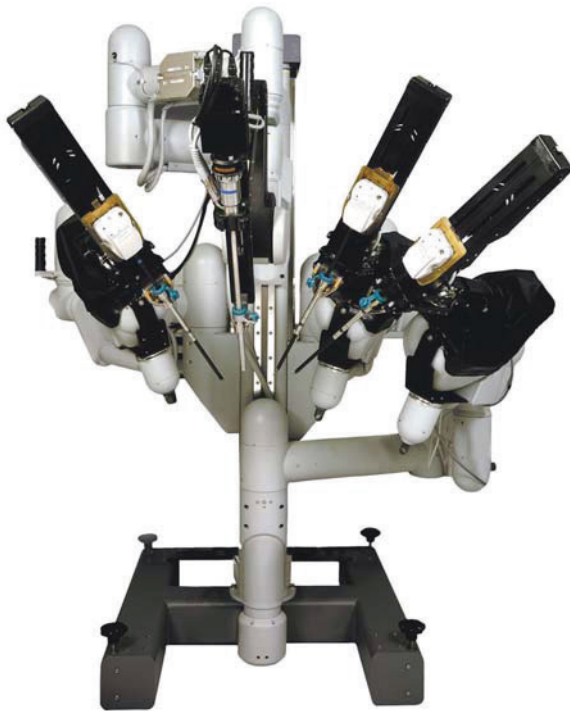
I centri di chirurgia robotica nel mondo stanno gradualmente aumentando; in Italia sono attualmente funzionanti 22 centri, dislocati soprattutto nelle regioni del Nord e del Centro.

Il robot “*da Vinci*” è formato da tre componenti separate:

- La torre robotica, composta da due-tre bracci che supportano gli strumenti chirurgici ed uno che sostiene la telecamera (Figg. 2, 3).



**Fig.2.** Il “*da Vinci*” Surgical System” (Intuitive Surgical, Inc.). Si notano i tre bracci dedicati allo strumentario e quello che sostiene la telecamera



**Fig.3.** Particolare dei quattro bracci del robot

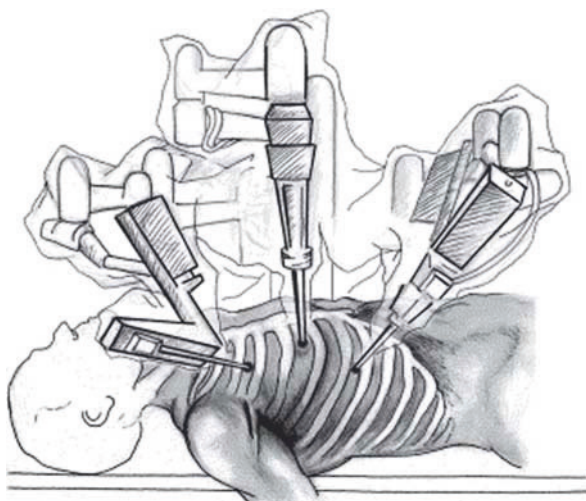
- La postazione dell’operatore rappresentata da una console in cui sono presenti uno schermo 3D che trasmette il campo operatorio e manopole sensoriali che permettono il coordinamento dei movimenti dei bracci robotici (Figg. 4, 5, 6).



**Fig.4.** Il “*da Vinci*” Surgical System”. Visione d’insieme che comprende anche la console operativa



**Fig.5.** Particolare della console operativa



**Fig. 6.** Disposizione dei bracci robotici in corso di intervento al torace. Da Morgan JA e coll [29] Copyright © 2000, col permesso di Elsevier

– Un sistema integrato di trasporto dei dati che permetta la comunicazione tra la postazione del chirurgo ed i bracci robotici.

Questo tipo di chirurgia presenta significativi vantaggi per il paziente come per il chirurgo (Tab. 4).

L'intervento si esegue con incisioni contenute e consente una dissezione accuratissima. La visione endoscopica viene magnificata dal supporto visivo 3D, le manovre chirurgiche risultano modulate con assoluta precisione ed in assenza di tremore, viene garantito un più agevole accesso a zone difficilmente raggiungibili. Il robot permette quindi di eseguire interventi anche impegnativi in condizioni di maggiore sicurezza e consente di allargare le indicazioni della chirurgia mininvasiva. Unici dati negativi sono rappresentati dai costi, piuttosto elevati, e dal lungo training a cui gli operatori devono sottoporsi [28].

**Tabella 4.** Vantaggi della Chirurgia Robotica

Vantaggi per il paziente

- Incisioni più contenute
- Riduzione della degenza postoperatoria

Vantaggi per il chirurgo

- Visione magnificata 3D
- Facilità di accesso a siti operatori difficili
- Precisione estrema dei gesti chirurgici
  - Assenza di tremore
  - Modulazione dei movimenti
  - Rotazione dei bracci robotici su sei assi a 360° (sistema Endowrist®)
- Dissezione più precisa
- Maggiore sicurezza
- Posizione ergonomica

In campo toracico si sono raggiunti risultati lusinghieri nella chirurgia mediastinica (timectomia) ed in quella esofagea (funduplicatio, miotomia, esofagectomia); la chirurgia dell'aorta toracica e del diaframma potrebbero rappresentare indicazioni future. Al momento la chirurgia robotica pare non garantisca risultati migliori rispetto alla tecnica videoendoscopica nelle resezioni polmonari maggiori [29].

In prospettiva futura la chirurgia robotica potrà estendere le indicazioni anche ad interventi complessi ed oncologicamente radicali che al momento vengono effettuati per lo più in chirurgia "open".

I fattori principali che potranno orientare la tecnica verso una serie più vasta di campi di applicazione sono i seguenti:

- Il livello di apprendimento del "team learning"
- Il costo delle apparecchiature

Il "team learning" rappresenta il gruppo chirurgico dedicato a questo tipo di chirurgia. Per raggiungere soddisfacenti livelli di apprendimento è necessario un training lungo e rigoroso: solo così i tempi operatori possono risultare competitivi nei confronti della chirurgia videoendoscopica ed "open".

Il costo delle apparecchiature risulta al momento indubbiamente elevato: il costo del "Da Vinci Surgical System" supera il milione di dollari, senza contare le relative spese di manutenzione.

Se tuttavia si svilupperà una soddisfacente crescita della curva di apprendimento da parte dei vari gruppi chirurgici e se i costi di installazione-gestione del robot andranno incontro ad una riduzione nei prossimi anni, i centri di chirurgia robotica potranno aumentare ulteriormente potendo garantire interventi più sicuri con minimo rischio di complicanze, più rapidi e degenze ulteriormente ridotte [30].

### La telechirurgia

Rappresenta un'ulteriore stimolante evoluzione della chirurgia robotica. È la possibilità di poter eseguire interventi chirurgici a distanza grazie all'ausilio di apparecchiature computerizzate in grado di far giungere immagini e di muovere i bracci meccanici del robot anche a migliaia di chilometri di distanza.

La telechirurgia è nata grazie al rapido sviluppo dei seguenti campi:

- Informatica: possibilità di convertire immagini e gesti operatori in segnali elettronici digitali.
- Telecomunicazioni: possibilità ricevere ed effettuare segnali in tempo breve, legato alla velocità della luce.
- Digital imaging: possibilità di acquisire in formato digitale immagini ad altissima risoluzione 3D.

– Robotica: possibilità di utilizzare sistemi robotizzati collaudati e precisi.

La comunicazione a distanza delle informazioni e delle immagini oltre che dei comandi digitali del robot viaggia su fibre ottiche, su reti ATM (Asynchronous Transfer Mode) che garantiscono sequenze di dati in tempi brevissimi, legati alla velocità della luce.

Il braccio meccanico del robot viene teleguidato dal chirurgo dalla sua postazione remota, seduto alla console e davanti allo schermo dove vengono riprodotte le immagini del campo operatorio.

In Italia già nel 1995 si era effettuato a Milano un intervento di biopsia prostatica ad una distanza di 5 chilometri, dal Politecnico al Policlinico.

Il primo intervento transoceanico di telechirurgia (7000 chilometri) è stata invece una colecistectomia, effettuata nel 2001 su una donna di 68 anni dai chirurghi dell'IRCAD-EITS di Strasburgo e del Mount Sinai Medical Center di New York ("Operazione Lindberg"): l'intervento durò in tutto 45 minuti e la paziente venne dimessa dall'ospedale dopo 48 ore (Figg. 7, 8).

La telechirurgia permette:

1. di operare in zone dove siano carenti chirurghi qualificati: aree remote, teatri di guerra; non è da escludere che in un futuro più o meno prossimo possa essere utilizzata all'interno di stazioni orbitanti e di piattaforme spaziali;
2. di effettuare un consulto o di interagire con specialisti chirurghi di altre sedi (*teleconsulting*);
3. di avere uno straordinario valore didattico e di training per i chirurghi in formazione grazie alla possibilità di un tutoraggio da parte di operatori esperti (*telementoring*) [31].

La tecnica presenta come limitazioni gli alti costi e la mancanza allo stato attuale di un cablaggio della rete ATM in ogni ospedale [32, 33].

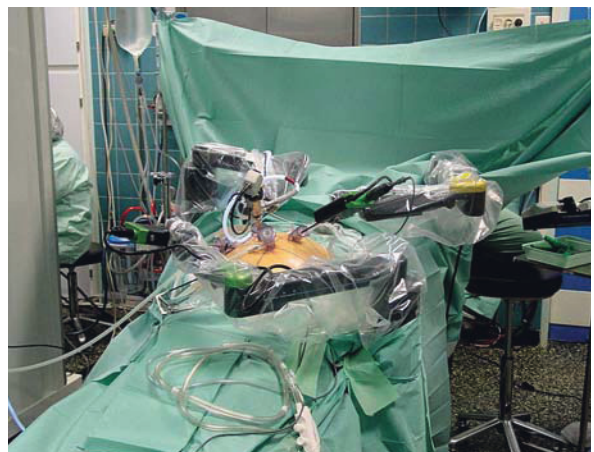
Questa nuova frontiera della chirurgia è tuttavia già una realtà che gradualmente sta prendendo piede. Siamo certi che riceverà un ulteriore impulso nel corso dei prossimi anni.

## Bibliografia

1. Roviato GC, Varoli F, Vergani C et al (2002) State of the art in thoracoscopic surgery. A personal experience of 2000 videothoracoscopic procedures and an overview of the literature. *Surg Endosc* 16:881-892
2. Yim AP, Izzat MB, Lee TW et al (1999) Video-assisted thoracic surgery: a renaissance in surgical therapy. *Respirology* 4:1-8
3. Ahmed N, Jones D (2004) Video-assisted thoracic surgery: state of the art in trauma care. *Injury* 35:479-489
4. Farnia, Gioia C, Sarpellon M (1999) Anestesia ed analgesia postoperatoria. In: Di Falco G (ed) Videotoracoscopia. Indicazioni e tecniche chirurgiche. Masson Milano, pp 25-31
5. Kumar DR (2001) Complications and limitations of Video Assisted Thoracic Surgery *Current Medical Trends* 5:946-950
6. Weissberg D, Schachner A (2000) Video-assisted thoracic surgery – state of the art. *Ann Ital Chir* 71:539-543
7. Kaseda S, Teruhino, Hangai N et al (2000) Better pulmonary function and prognosis with video-assisted thoracic surgery than with thoracotomy. *Ann Thorac Surg* 70:1644-1646
8. McKenna RJ Jr (2005) New approaches to the minimally invasive treatment of lung cancer. *Cancer J* 11:73-76
9. Naruke T (2000) Thoracoscopic lobectomy with mediastinal lymph node dissection or sampling. In: Yim APC,



**Fig. 7.** "Operazione Lindberg": postazione dell'operatore sulla console robotica a New York. Da: Marescaux J et al [32], per gentile concessione dell'IRCAD-EITS di Strasburgo



**Fig. 8.** "Operazione Lindberg": bracci robotici nella postazione remota a Strasburgo. Da: Marescaux J et al [32], per gentile concessione dell'IRCAD-EITS di Strasburgo

- Hazelrigg SR, Izzat MB, Landreneau RJ, Mack MJ, Naunheim KS (eds) Minimal access cardiothoracic surgery. WB Saunders Philadelphia, pp 116-23
10. Bonavina L, Incarbone R, Bona D et al (2004) Esophagectomy via laparoscopy and transmediastinal endodissection. *J Laparoendosc Adv Surg Tech* 14:13-16
  11. Osugi H, Takemura M, Higashino M et al (2003) Comparison of video-assisted thoracoscopic oesophagectomy and radical lymph node dissection for squamous cell cancer of the oesophagus with open operation. *Br J Surg* 90:108-113
  12. Taguchi S, Osugi H, Higashino M et al (2003) Comparison of three-field esophagectomy for esophageal cancer incorporating open or thoracoscopic thoracotomy. *Surg Endosc* 17:1445-1450
  13. Rosen J, Hannaford B, MacFarlane MP et al (1999) Force controlled and teleoperated endoscopic grasper for minimally invasive surgery – experimental performance evaluation. *IEEE Trans-Biomed Eng* 46:1212-21
  14. Tholey G, Desai JP, Castellanos AE (2005) Force feedback plays a significant role in minimally invasive surgery: results and analysis. *Ann Surg* 241:102-109
  15. Mason DP, Swanson SJ (1999) Videotoroscopia: il futuro. In: Di Falco G (ed) Videotoroscopia. Indicazioni e tecniche chirurgiche. Masson Milano, pp.205-211
  16. Tatsumi A, Ueda Y (2003) Video-assisted thoracic surgery for lung cancer: is it a feasible operation for stage I lung cancer? *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 51:646-650
  17. Kim KH, Kim HK, Han JY et al (1996) Transaxillary minithoracotomy versus video-assisted thoracic surgery for spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 61:1510-1512
  18. Molin LJ, Steinberg JB, Lanza LA (1994) VATS increases costs in patients undergoing lung biopsy for interstitial lung disease. *Ann Thorac Surg* 58:1595-1598
  19. Sugi K, Kaneda Y, Nawata K et al (1998) Cost analysis for thoracoscopy: thoracoscopic wedge resection and lobectomy. *Surg Today* 28:41-45
  20. Van Schil P (2003) Cost analysis of video-assisted thoracic surgery versus thoracotomy: critical review. *Eur Respir J* 22:735-738
  21. Hyland MJ, Ashrafi AS, Crepeau A et al (2001) Is video-assisted thoracoscopic surgery superior to limited axillary thoracotomy in the management of spontaneous pneumothorax? *Can Respir J* 8:339-343
  22. McKenna RJ Jr, Benditt JO, De Camp M et al (2004) National Emphysema Treatment Trial Research Group: Safety and efficacy of median sternotomy versus video-assisted thoracic surgery for lung volume reduction surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 127:1350-1360
  23. Nakajima J, Takamoto S, Kohno T et al (2000) Costs of videothoracoscopic surgery versus open resection for patients with lung carcinoma. *Cancer* 89:2497-2501
  24. Preventza O, Hui HZ, Hramiec J (2002) Fast track video-assisted thoracic surgery. *Am Surg*; 68:309-311
  25. Marescaux J, Rubino F, Arenas M et al (2004) Augmented-reality-assisted laparoscopic adrenalectomy. *JAMA* 292:2214-2215
  26. Glossop ND, Wang Z (2003) Laser projection augmented reality system for computer-assisted surgery. *International Congress Series* 1256:65-71
  27. Shuhaiber JH (2004) Augmented reality in surgery. *Arch Surg* 139:170-174
  28. Gerhardus D (2003) Robot-assisted surgery: the future is here. *J Healthc Manag* 48:242-251
  28. Morgan JA, Ginsburg ME, Sonett Jr et al (2003) Advanced thoracoscopic procedures are facilitated by computer-aided robotic technology. *Eur J Cardiothorac Surg* 23:883-887
  30. Kernstine KH (2004) Robotics in thoracic surgery. *Am J Surg* 188:89-97
  31. Ballantyne GH (2002) Robotic surgery, telerobotic surgery, telepresence and telementoring. Review of early clinical results. *Surg Endosc* 16:1389-1402
  32. Marescaux J, Leroy J, Rubino F et al (2002) Transcontinental robot-assisted remote telesurgery: feasibility and potential applications. *Ann Surg* 235:487-492
  33. Marescaux J, Rubino F (2004) Robot-assisted remote surgery. technological advances, potential complications, and solutions. *Surg Technol Int* 12:23-26

---

# INDICE ANALITICO

- Accessi “open” videoassistiti 341
- Accessi parietali 45
- Adamkiewicz, arteria di 214, 215, 216
- Adenoma paratiroideo 224, 226, 228
  - cervicale
  - mediastinico 224, 226, 228
- Alfa1 antitripsina, deficit di 35
- Analgesia postoperatoria 28, 30, 32, 36, 38, 39, 40, 376
- Anestesia differenziale epidurale (DEA), test della 284, 285, 286, 290, 320
- Anestesia locale e locoregionale 34, 41, 68, 69, 79, 80, 110, 117, 120, 141, 142, 268, 286, 319, 370
- Apicectomia 33, 49, 108, 110
- Applicatore di clips 20, 207, 208
- Aranzi, Giulio Cesare 1
- Augmented Reality (AR) 6, 373, 377
  
- Bilobectomy inferiore 164, 167
- Biopsia pleurica 67, 69, 78, 84, 87, 104
  - semplice 73, 74
  - sfondata 73
  - a lembo 73, 74, 79
- Bisturi ad ultrasuoni 15, 16, 127, 132, 158, 164, 166, 169, 171, 289, 293, 294, 295, 296, 305, 306
- Blebs 104, 105, 106, 107, 328
- Bozzini, Philippe 1, 6
- Bullae, classificazione delle 127
  
- Cavo a fibre ottiche 8, 11, 183
- Cervicotomia VA 339
- Chilotorace 113, 122, 123, 124, 194, 197, 210, 249, 261, 263, 264, 265, 266, 289, 314, 328, 332, 333, 345, 349, 365
  - classificazione 263
  - fisiopatologia 263
  - sintomatologia 263
  - diagnosi 263
  - trattamento 264
    - conservativo 264
    - chirurgico 264
      - approccio VATS 264
      - accessi 264
      - tecnica chirurgica 265
      - complicanze post operatorie 265
- Chirurgia “open” videoassistita 341
- Chirurgia citoriduttiva 84, 87
- Chirurgia guidata dal computer (CAS) 6, 372
- Chirurgia mininvasiva 5, 12, 89, 101, 102, 155, 191, 204, 238, 240, 242, 258, 284, 292, 296, 322, 324, 344, 369, 371, 374
- Chirurgia pediatrica toracoscopica 344
  - indicazioni 345
  - procedure anestesilogiche 346
  - posizione di paziente ed operatori 346
  - selezione degli accessi 347
  - tipi di interventi
    - biopsia polmonare 348
    - chilotorace 349
    - pneumotorace ricorrente 349
    - empiemi / versamenti pleurici cronici 350
    - sequestrazione polmonare 352
    - CCAM 352
    - enfisema lobare 352
    - patologia mediastinica 353
    - cisti idatidee 354
    - ernia jatale 355
    - traumi del torace 355
    - simpatiectomia 355
    - legatura del dotto arterioso pervio 356
    - scoliosi 356
    - sezione di anello vascolare 356
    - aortopessi 356
    - atresia dell’esofago 357
    - pectus excavatum 357
    - pericardiectomia 358
    - acalasia esofagea 358
    - complicanze postoperatorie 359
- Chirurgia riduttiva del volume polmonare (LVRS) 133, 135, 136, 137, 369
  - indicazioni alla 135
  - accessi toracoscopici 136
  - tecnica toracoscopica 136, 137
  - sternotomia mediana 135, 137, 234, 303, 338, 362
- Chirurgia robotica 227, 367, 373, 374, 375, 376
  - robot “da Vinci” 374
  - vantaggi 375
  - indicazioni 375
  - livello di apprendimento 375
- Chirurgia toracica videoassistita VATS 6, 22, 24, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 82, 87, 149, 155, 261, 358, 367, 369, 371, 372, 373, 375

- Chirurgia vertebrale toracoscopica 362  
 indicazioni 362  
 contro indicazioni 363  
 accessi toracoscopici 363  
 tecniche chirurgiche  
 discectomia 364, 365  
 “release” anteriore per scoliosi 362, 363, 364, 365  
 complicanze postoperatorie 365  
 Collasso polmonare 2, 5, 33, 43, 46, 47, 99, 109, 174  
 Consenso informato 24, 26  
 Conversione VATS-toracotomia 371  
 Cova, Felice 3  
 Cruise, sir Francis Richard 1  
 Curva di apprendimento 24, 165, 249, 250, 252, 288, 365, 374
- De Ronsil, George Arnauld 1  
 Debulking 82, 84, 87, 88  
 Denervazione pancreatica 284  
 Desormeaux, Antoine Jean 1  
 DLCO, test 28, 128, 132, 133  
 Dolore pancreatico 284  
 Dotto toracico, anatomia 261  
 Drenaggio del cavo pleurico 122, 131, 230, 261  
 Drenaggio pericardico 302, 305
- Elettrobisturi  
 monopolare 14  
 bipolare 355  
 ad argon 15, 305, 306  
 Emostasi 14, 17, 18, 48, 49, 85, 115, 131, 132, 152, 158, 161, 163, 166, 183, 189, 203, 209, 218, 219, 239, 247, 248, 288, 294, 296, 305, 322, 324, 325, 327, 330  
 Empiemi 89  
 eziologia 89  
 patogenesi 89  
 fisiopatologia 89  
 clinica 90  
 diagnosi 91, 92  
 indicazione chirurgiche 92  
 morbilità 100  
 mortalità post operatoria 100  
 forme infantili 96  
 forma post-chirurgica 99  
 forma con fistola broncopleurica  
 toracostomia “open window” 102  
 decorticazione pleurica 89, 98, 102, 351  
 instillazione endopleurica di fibrinolitici 101, 102  
 Endowrist 375  
 Enfisema 18, 105, 110, 127, 128, 132, 133, 135, 137, 146, 232, 233, 324, 345, 352, 353  
 centrolobulare 127  
 panlobulare o diffuso 127  
 parasettale 127  
 bolloso gigante 127  
 omogeneo 135  
 eterogeneo 135
- Esofagectomia  
 toracoscopica 244  
 indicazioni 244  
 posizione del paziente 245  
 selezione degli accessi 245  
 tecnica chirurgica 246  
 linfadenectomia mediastinica 247  
 morbilità postoperatoria 249  
 transiatale con assistenza VAM (MATHE) 242, 254, 255, 257, 258, 259, 260  
 indicazioni 254  
 accessi chirurgici 254  
 tecnica chirurgica 254  
 tempo cervicale 255  
 tempo addominale 256  
 dissezione linfonodale mediastinica 256  
 tempo anastomotico 257  
 ricerca del linfonodo sentinella (SLN) 259  
 morbilità postoperatoria 258
- Esofago  
 acalasia 238, 239, 240, 242, 345, 358  
 accesso chirurgico  
 per via laparoscopica 238  
 per via toracoscopica 239  
 plastica  
 secondo Dor 238, 239  
 secondo Nissen 239  
 diverticolo toracico 240  
 accesso chirurgico 241  
 tecnica chirurgica 241, 242  
 diverticolectomia 234, 241, 242  
 miotomia 234, 238, 239, 240, 241, 242, 345, 358, 374  
 leiomioma 82, 242, 243  
 accesso chirurgico 242  
 tecnica chirurgica 242, 243
- Esofago, carcinoma 244  
 caratteri nosologici 244  
 Esofago, esclusione bipolare 236  
 Esplorazione VATS dei linfonodi mediastinici 178  
 accessi 178  
 tecnica chirurgica 178  
 morbilità 180
- Eventratio diaframmatica 298, 299, 300
- FEV1 28, 37, 132, 133, 135, 141, 278,  
 Finestra pericardica 169, 302, 305, 327, 357  
 Fistola chilosa 263, 265, 266, 329  
 Forbici 14, 16, 17, 47, 48, 85, 96, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 170, 171, 172, 226, 230, 256, 272, 274, 275, 276, 287, 305, 306, 310, 326, 348, 349, 350, 353, 358  
 Force feedback 370  
 Forlanini 2
- Galvanocauterio 2, 3, 4  
 Generatore di luce 8, 10, 11, 200  
 Grittiness 150

- HATS, tecnica 340  
 Heimlich, valvola di 106
- Ialinosi pleurica 76, 78  
 Idropneumatico, test 109, 161, 166  
 Indaco carminio 264  
 Indice di Haller 61  
 Iperparatiroidismo primitivo 224  
 Ipertermo-chemioterapia endopleurica 84, 87
- Jacobaeus, Hans Christian 2, 3, 4, 41, 139, 344  
 Jacobaeus, operazione di 3, 7
- Keyhole surgery 5, 41  
 Kopans, ago di 16, 141
- Laparotomia VA 340  
 Laser  
 Nd – YAG 18, 116, 132, 133, 349  
 CO2 18  
 Lobectomy  
 superiore destra 158, 161, 164  
 media 161  
 inferiore destra 162, 166  
 superiore sinistra 164  
 inferiore sinistra 166
- Mediastiniti 229, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 240  
 acute 229  
 primitive 229  
 secondarie 229  
 eziologia 230  
 discendente necrotizzante (DNM) 231  
 vie di diffusione 231  
 sintomatologia 232  
 diagnosi 232  
 trattamento endoscopico 233, 235  
 da perforazione esofagea 234  
 croniche 229  
 eziologia 229  
 sintomatologia 230  
 trattamento endoscopico 235
- Mediastino, neoformazioni cistiche 193  
 cisti broncogene 193  
 cisti enterogene 193  
 cisti pleuro-pericardiche 193  
 linfangiomi cistici 193  
 accessi 194  
 tecnica chirurgica 194
- Mediastino, neoplasie maligne 190  
 biopsia chirurgica 191, 192  
 VAM 6, 181, 182, 186, 191, 192, 369  
 mediastinotomia anteriore 192, 234  
 VATS 193, 194  
 accessi 194  
 tecnica chirurgica 194
- Mediastino, tumori neurogeni 212  
 ad esclusiva localizzazione mediastinica 216  
 sintomatologia 213  
 diagnosi 213  
 indicazioni all'intervento 214  
 accessi 216  
 tecnica chirurgica 216, 218  
 tumori a clessidra 219  
 sintomatologia 213  
 diagnosi 213  
 indicazioni all'intervento  
 accessi 219, 220  
 tecnica chirurgica 219, 220
- Mediastinoscopia cervicale 178, 179, 181, 182, 183, 185, 186, 188, 339  
 Mediastinoscopia transcervicale estesa (Ginsberg) 187  
 Mediastinotomia parasternale (Mc Neill e Chamberlain) 339  
 Mediastinotomia VA 339  
 Mesotelioma maligno 82, 86, 121  
 diagnosi 84  
 trattamento palliativo 84  
 trattamento curativo 84
- Miastenia gravis 199, 205, 339, 254  
 Microtoracotomia 337  
 Minitoracotomia VA 111, 337  
 Monitor 5, 8, 9, 10, 11, 12, 34, 143, 155, 183, 184, 200, 202, 206, 238, 245, 293, 320, 321, 353, 355, 356, 362, 371  
 Monitoraggio intraoperatorio 27, 34
- Needlescope 8, 369  
 Nervo grande splancnico 287, 288, 289  
 Nervo piccolo splancnico 287  
 Nodulo polmonare solitario (NP) 139, 170  
 incidenza 139, 140  
 diagnosi 140  
 tecniche di localizzazione 141  
 palpazione  
 diretta 141  
 indiretta 141  
 posizionamento di aghi metallici 141  
 coloranti vitali 142  
 sonda ecografica endoscopica (ETUS) 142  
 tecnica radio guidata 142  
 indicazioni all'exeresi chirurgica 140  
 tecnica chirurgica  
 wedge resection 141, 144, 145, 327, 328, 348, 369, 371  
 enucleazione 144, 146, 242
- Nuss, intervento di 61
- Operazione Lindberg 376  
 Ottica toracoscopica 218
- Palpatore 19, 140, 141  
 Palpazione 35, 42, 140, 141, 146, 151, 152, 184, 323, 336, 336, 338, 340, 342, 39, 371  
 monodigitale 336, 338, 371  
 bidigitale 336, 338  
 manuale 42, 336, 340, 349

- Pancreatite cronica 284, 285, 286, 289, 290
- Paratiroidectomia 224, 225, 227, 340  
 indicazione chirurgiche 224  
 accertamenti preoperatori 225  
 accessi 225  
 tecnica chirurgica 225
- Paratiroidi a sede ectopica 224
- Patologie del diaframma 297  
 chirurgia video assistita del 297  
 indicazione chirurgiche 298  
 accessi 298  
 tecniche chirurgiche 298  
 plicatura diaframmatica 298, 299, 300  
 plastica diaframmatica 298, 300  
 ernie da rottura post traumatica 298  
 neoplasie polmonari infiltranti il diaframma 298
- Percorsi diagnostico-terapeutici 25
- Pericardiectomia subtotale 358
- Pericardio 18, 53, 54, 55, 56, 58, 83, 92, 158, 164, 169, 171, 172, 173, 193, 197, 202, 203, 209, 227, 234, 236, 247, 248, 293, 302, 303, 304, 305, 306, 308, 309, 310, 311, 313, 317, 318, 327, 353, 356, 357, 368  
 approccio VATS 303  
 accessi 303  
 tempi chirurgici 303  
 complicanze 305  
 accuratezza diagnostica 305  
 recidive a distanza 305  
 approccio sottotifoideo 308  
 accuratezza diagnostica 310  
 recidive a distanza 310
- Pericardiocentesi 302, 305, 309
- Pericardioscopia sottotifoidea 308  
 indicazioni 308, 309  
 tecnica chirurgica 309
- Pericardioscopia 169, 302, 305
- Pericardiostomia sottotifoidea 302
- Petto escavato 61, 62, 64, 66  
 patogenesi 61  
 sintomatologia 61  
 trattamento 61
- Pinze  
 da presa 13, 14, 74, 150, 171, 195, 197, 200, 201, 202, 203, 226, 230  
 da dissezione 14  
 da biopsia 14, 96, 183, 310
- Pleurectomia 84, 85, 86, 87, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 123, 349  
 totale 114  
 parziale 82, 84, 85, 86, 87, 131, 132, 369
- Pleurite  
 neoplastica 74  
 tubercolare 74, 77  
 aspecifica 78, 79
- Pleurodesi 15, 67, 75, 79, 82, 84, 85, 86, 88, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 126, 130, 131, 132, 134, 265, 327, 345, 349, 350
- da pleurectomia 107
- da pleuroabrasione meccanica 114
- con mezzi fisici 115
- da sostanze chimiche  
 talco 116, 118  
 tetracicline 118  
 citostatici 118
- complicanze della 123
- Pleurolisi 2, 3, 20, 43, 47, 48, 84, 136, 155, 161, 169, 265, 304, 338, 342, 371  
 digitale 47  
 strumentale 47
- Pneumopatia bollosa 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134  
 indicazioni all'intervento 127  
 tecniche chirurgiche 128  
 bullectomia 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134  
 legatura con Endoloop 133  
 pneumoplastica con laser 127, 132, 134  
 ablazione con Argon beam 127, 134  
 complicanze 127
- Pneumopatia interstiziale (ILDs) 149, 150, 151, 152, 153  
 idiopatiche (IIP) 149, 229  
 classificazione 149  
 indicazioni alla biopsia chirurgica 149  
 accessi chirurgici 150  
 tecnica chirurgica 150  
 complicanze postoperatorie 152  
 accuratezza diagnostica 153
- Pneumotorace  
 primitivo 104  
 eziologia 104  
 patogenesi 104  
 fisiopatologia 104  
 sintomatologia 104  
 diagnosi 104
- secondario  
 eziologia 105  
 sintomatologia 105  
 diagnosi 105  
 trattamento 106  
 recidiva di 106
- Portagli 18, 144, 146  
 curvi 19  
 retti 19
- PpoFEV1 28
- Relaxatio diaframmatica 299
- Resezione polmonare atipica 139, 140  
 indicazioni 139  
 resezione tangenziale 83, 151, 152  
 resezione a cuneo 151, 170, 327, 345
- Resezioni polmonare maggiori 155, 156, 158, 160, 162, 164, 166, 337, 340, 369, 374  
 indicazioni 155  
 accessi 156  
 minitoracotomia di servizio 156  
 morbilità 166

- Responsabilità professionale 22, 23
- Retrattori 19, 230  
a curva retraibile 19,  
a ventaglio 19, 363
- Sacchetto di raccolta 20
- Scala VAS 37, 286, 289, 290
- Scintigrafia polmonare  
perfusionale 128  
ventilatoria 136
- Serranodi 19
- Simpatiectomia bilaterale torascopica (BTS) 285,  
286, 287, 289, 290  
indicazioni 286  
selezione dei pazienti 286  
accessi 286  
tecnica chirurgica 286  
morbilità postoperatoria 289
- Simpatiectomia toracica 44, 268, 270, 271, 277, 278,  
280, 332, 368  
indicazioni 270  
accessi 271  
tecnica chirurgica 271, 272  
complicanze post operatoria 276  
effetti collaterali  
iperidrosi compensatoria 277  
sudorazione palmare o "di rimbalzo" 278  
riflesso gustativo-sudoratorio (gustatory sweating) 278  
sudorazione fantasma 278
- Simpatico toracico 53, 115, 287, 290  
anatomia 268, 269  
gangli 268, 269  
rami comunicanti 269  
Kuntz, nervo di 269, 275
- Simpaticotomia 271, 272, 273, 274, 275, 276, 278, 279,  
280, 281  
tecnica standard 275  
varianti di Wittmoser (ramicotomia) 272, 276,  
278
- Sistema di aspirazione-irrigazione 20, 70, 109, 272
- Sistemi di archiviazione (delle immagini) 12, 181
- Split sternale 339
- Stadiazione invasiva mediastinica 177
- Stato di necessità 25
- Sternotomia VA 338
- Strumentario convenzionale 155, 169, 227, 336, 342
- Strumentario dedicato 365  
disposable 13, 200  
non disposable 13
- Sudan nero 264
- Suturatrici meccaniche 5, 17, 48, 107, 110, 136, 14,  
152, 195, 320  
parenchimali 48  
vascolari 48  
bronchiali 48  
con guaina di protezione 134, 136  
pericardio bovino 136  
Goretex 18, 136, 326  
acido poliglicolico 160, 161, 162, 163, 165, 166
- Suture  
extracorporee 18  
intracorporee 18, 324
- tactile feedback 147
- talcaggio 75, 79, 80, 82, 86, 87, 107, 132, 264, 265, 328,  
334, 368  
talc slurry 79, 86, 125, 126  
talc poudrage 79, 86, 124, 125, 359
- tamponamento cardiaco 234, 308, 309
- tamponcino / disettore 19, 47, 85, 86, 202, 264, 352
- tecniche anesthesiologiche 27, 28  
ventilazione  
monopolmonare 13, 29, 32, 33, 62, 110, 135,  
150, 225, 244, 245, 259, 264, 286, 293, 304, 306, 349,  
353, 363, 368, 370, 371  
monopolmonare intermittente 29, 33  
bipolmonare a bassi volumi 29, 33  
esclusione selettiva lobare 29, 33  
insufflazione endopleurica di CO<sub>2</sub> 29, 33
- telechirurgia 6, 376, 377  
vantaggi 376  
limiti 376
- teleconsulting 376
- telementoring 376
- timectomia 199  
indicazioni 199  
strumentario 200  
preparazione preoperatoria 200  
accessi 200, 201  
tecnica chirurgica 201  
VATS 202  
robotica 205
- timoma 192, 199, 201, 202, 204, 205, 207, 210
- toracentesi 67, 68, 71, 72, 82, 84, 87, 90, 91, 93, 94, 98,  
100, 101, 102, 104, 106, 117, 118, 119, 122, 124
- torascopia chirurgica 5, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48,  
370
- torascopia medica 1, 4, 5, 41, 117, 370
- toracotomia di servizio 44, 46, 47, 48, 155
- toracotomia esplorativa 169, 174, 175, 176, 344
- training chirurgico 24
- traumi toracici 313  
inquadramento nosologico 314  
fisiopatologia 314  
indicazioni alla VATS 315  
lesione diaframmatica 316  
emotorace ritenuto 316  
empiema post traumatico 317  
chilotorace 318  
pneumotorace cronico 318  
ernia polmonare intercostale 318  
corpi estranei intratoracici 318  
versamento pericardico abbondante 320  
controindicazioni alla VATS 318, 319, 320  
accessi torascopici 320

- tecnica chirurgica
  - lesione del diaframma 323
  - fratture costali 324
  - emotorace 325
  - empiema 326
  - pneumotorace cronico 327
  - ernie polmonari 328
  - rimozione di corpi estranei 328
  - chilotorace 328
  - emopericardio 328
  - emomediastino 328
- complicanze postoperatorie 329
- risultati 329
  - immediati 329
  - a distanza 329
- trocars 13, 33, 37, 46, 48, 49, 70, 95, 99, 101, 109, 123, 131, 132, 150, 152, 156, 208, 218, 226, 227, 230, 231, 265, 273, 277, 292, 293, 294, 296, 319, 320, 321, 322, 324, 326, 327, 328, 329, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 357, 358, 363, 367
- tubi endotracheali
  - a doppio lume 29
    - Carlens 29
    - White 29
  - monovolume UNIVENT 29
  - bloccatori bronchiali 29, 31, 32, 33
    - Arndt 32, 33
    - Cohen 32, 33
- tumore fibroso solitario 82, 83, 87
  - forma sessile 83
  - forma pedunculata 83
  - inverted fibroma 83
- tumore pancreatico 284, 285, 286
- tumori maligni metastatici 86
- utility thoracotomy 340
- vagotomia tronculare 292, 293, 295
  - indicazioni 292
  - strumentazione 292
  - preparazione del paziente 292
  - posizione del paziente 292, 293
  - posizione dell'equipe operatoria 293
  - accessi 293
  - tecnica chirurgica 293
- valutazione anestesiológica 27
- VAMLA 178, 180
- VATRE 338
- VATS
  - vantaggi 367
  - limiti 368
  - incidenti 368
  - complicanze 368
  - indicazioni 368
    - interventi
      - diagnostici studiati 369
      - curativi 369
      - palliativi 369
    - campi di esplorazione e di applicazione 369
    - accessi 369
    - tecniche e tecnologie 369
    - rapporto rischi / benefici 370
    - rapporto costi / benefici 370
- VATS uniportale 70, 71, 150
- VATS, indicazioni inusuali 332
  - corpi estranei 332
    - post traumatici 332
    - iatrogeni o post chirurgici 332
  - fistole broncopleuriche e parenchimali post chirurgiche 332
  - chilotorace 333
  - pacing wire diaframmatici 333
  - biopsie
    - epatiche 334
    - renali 334
  - breccia diaframmatica in corso di idrotorace epatico 334
  - esostosi costali 334
  - outlet sindrome 334
  - diatermoablazione di noduli neoplastici epatici 334
- Veress, ago di 33
- versamenti pericardici 169, 302, 303, 306, 308, 309, 310, 367
  - eziologia 302
  - classificazione 302
  - diagnosi 302
    - acuti 302
    - cronici 302
- versamento pleurico 2, 4, 46, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 79, 82, 83, 34, 86, 91, 98, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 192, 230, 232, 264, 304, 313, 317, 332, 334, 351, 352
  - diagnosi 67
  - sensibilità diagnostica 68
  - trattamento 68
- video toracoscopia esplorativa (VTE) 168, 169, 176, 304, 368
  - indicazioni 168
  - accessi chirurgici 169
  - tecnica chirurgica 169
- videocamera 9, 10, 11, 12, 107, 157, 165, 172, 181, 183, 184, 206, 245, 248, 252, 304, 310, 361, 370
- Sistema CCD 9, 369
  - CCDs 9
  - 3CCD 9
- Video-imaging 8
- Videomediastinoscopia (VAM) 6, 178, 181, 182, 184, 186, 187, 188, 190, 191, 259, 339, 368
- Videomediastinoscopia anteriore 186
  - indicazioni 188
  - accessi 189
  - tecnica chirurgica 189
  - morbilità 190
- Videomediastinoscopia cervicale 181
  - indicazioni 181

- strumentario 182
- tecnica chirurgica 183
- complicanze 185
- Videopericardioscopia (VPC) 6, 168, 171, 176, 303, 304, 305, 306, 308, 309, 310, 311, 312, 368
- indicazioni 171
- tecnica chirurgica 171, 172
- Videotoracosopia 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 21, 29, 36, 39, 49, 67, 68, 69, 70, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 93, 94, 98, 99