

T. Lesser
M. Bartel

Stellenwert der thorakoskopischen Sonographie von Lunge und Mediastinum

Eingegangen: 30. September 1998
Akzeptiert: 9. Oktober 1998

The importance of thoracoscopic sonography of the lungs and the mediastinum

Zusammenfassung Die videoassistierte thorakoskopische Chirurgie (VATS) ist zur Abklärung peripherer Lungenherde und mediastinaler Raumforderungen anerkannt. Die Effektivität dieser Methode wird jedoch durch den Verlust der manuellen Palpationsmöglichkeit limitiert. Die thorakoskopische Sonographie könnte einen Ersatz für den manuellen Palpationsverlust darstellen.

Bei 72 Patienten mit einem peripheren Lungenherd und 14 Patienten mit einer mediastinalen Raumforderung wurde im Rahmen der VATS eine thorakoskopische Sonographie durchgeführt. Die sonographische Herdlokalisierung wurde mit herkömmlichen thorakoskopischen Lokalisationsmethoden unter Beachtung der Herdgröße und -lokalisierung verglichen. Bei 13 Patienten (18%) konnte trotz Lungensonographie der Herd nicht gefunden werden. Die überwiegende Zahl der Herde wurde durch instrumentelle Palpation gefunden (79,2 %). Nur die Hälfte davon konnte auch sonographisch geortet werden. Allerdings war bei 6,5% der Patienten mit intraparenchymaler Herdlage dieser ausschließlich sonographisch lokalisierbar. Bei 6 Patienten bestätigte sich sonographisch der Verdacht einer benignen mediastinalen Raumforderung, so daß diese thorakoskopisch exstirpiert werden konnte (2 Nebenschilddrüsenadenome, 1 Pericardzyste, 1 Thymuszyste, 1 Pleurazyste, 1 Ösophaguswandzyste). Bei 8 Patienten wurde die mediastinale Sonographie erfolgreich zur Abklärung mediastinaler Lymphome und zur Überprüfung der Operabilität zentraler Bronchialkarzinome eingesetzt.

Die thorakoskopische Sonographie ist derzeit keine wesentliche Hilfe bei der Herdlokalisierung und kann den manuellen Palpationsverlust nicht adäquat ersetzen. Demgegenüber ist sie zur Einschätzung der Operabilität zentraler Bronchialkarzinome oder zur Diagnostik und Lokalisation von benignen Mediastinaltumoren sehr hilfreich.

Summary Videoassisted thoracoscopic surgery (VATS) is an approved method for the exploration of peripheral pulmonary nodules and mediastinal tumours. The efficiency of this method is limited by the loss of manual palpability. Thoracoscopic sonography might make up for this loss.

On 72 patients with peripheral lung nodules and 14 patients with mediastinal tumours, thoracoscopic sonography was performed in the context of VATS. Sonographic nodule location was compared with conventional thora-

Dr. T. Lesser (✉) · M. Bartel
Abt. Thorax- und Gefäßchirurgie
Chirurgische Universitätsklinik Jena
Bachstraße 18
D-07740 Jena

coscopic locating methods, taking nodule sizes and locations into consideration. In 13 patients (18%) the nodule could not be found despite lung sonography, whereas most of the nodules (79.2%) were detected by instrumental palpation. Only half of these were also located sonographically. The intraparenchymal nodules in 6.5% of the patients, though, were detected exclusively by sonography. In 6 patients, sonography confirmed suspected benign mediastinal tumours, so that these could be extirpated by thoracoscopy (2 parathyroid adenomas, 1 pericardial cyst, 1 thymic cyst, 1 pleural cyst, 1 oesophageal wall cyst). On 8 patients, mediastinal sonography was employed successfully for exploring mediastinal lymphomas and for checking the operability of central bronchial carcinomas.

At present, thoracoscopic sonography is not a great help in nodule location; it cannot adequately replace the loss of manual palpability. It is very helpful, however, for assessing the operability of central bronchial carcinomas and for the diagnosis and location of benign mediastinal tumours.

Schlüsselwörter Videothoraskopie – thorakoskopische Sonographie – Lungenherd – Mediastinaltumor

Key words Videothoracoscopy – thoracoscopic sonography – pulmonary nodule – mediastinal tumour

Einleitung

Die videoassistierte thorakoskopische Chirurgie (VATS) ist ein etabliertes Verfahren zur Abklärung eines unklaren peripheren Lungenherdes (6, 14, 24). Über thorakoskopische Eingriffe am Mediastinum wird ebenfalls berichtet. Derzeit anerkannte Indikationen sind diagnostische Probeentnahmen zur Sicherung eines malignen Lymphoms oder eines inoperablen Tumors, vorausgesetzt der Befund ist mediastinoskopisch oder durch transbronchiale/ -thorakale Punktion nicht erreichbar (4, 10). Benigne Tumoren können bei geeigneter Lokalisation und Größe mit der VATS exstirpiert werden (1, 5, 7, 9, 11, 15, 20, 21).

Aufgrund des systemimmanenten Verlustes der manuellen Palpation ist jedoch die Herdlokalisierung schwierig. Eine Hilfe dabei könnte die intrathorakale Sonographie unter thorakoskopischer Kontrolle sein. Zur Einschätzung der Brauchbarkeit wurde die neue Technik systematisch bei jeder thorakoskopischen Herd-

suche in der Lunge oder dem Mediastinum eingesetzt.

Material und Methode

Im Zeitraum von 5/94 bis 5/98 wurden 72 Patienten wegen eines unklaren solitären Lungenherdes thorakoskopiert und dabei eine intrathorakale Lungensonographie (ITLS)

Tab. 1 Anzahl und Histologie der resezierten peripheren Lungenherde

| Histologie | Anzahl (%) |
|-------------------------|------------------|
| Benignome | 43 (59,7) |
| postentzündliche Narbe | 13 |
| Hamartochondrom | 7 |
| Lungeninfarkt | 6 |
| Lymphknoten | 5 |
| entzündliches Infiltrat | 4 |
| Tuberkulom | 2 |
| Granulom | 1 |
| Hämangiom | 1 |
| Lungenabszeß | 1 |
| Pleurafibrom | 1 |
| intrapulmonale Zyste | 1 |
| Fibrolipom | 1 |
| Malignome | 29 (40,3) |
| Bronchialkarzinom | 11 |
| Metastase | 18 |

durchgeführt. Anhand der Spiral-Computertomographie (CT) wurde die Indikation zur VATS bei folgenden Voraussetzungen gesehen:

- Lungenherd subpleural oder intrapulmonal nicht tiefer als der eigene Durchmesser (gemessen von der Facies costalis oder interlobaris)
- max. Durchmesser 5 cm, minimaler Durchmesser 5 mm

Patienten mit einem Herd, der tiefer als der Durchmesser im Parenchym lag, wurden primär thorakotomiert.

Bei 14 Patienten (9 w, 5 m; Durchschnittsalter: 59 Jahre) mit mediastinaler Raumforderung wurde im Rahmen der VATS eine intrathorakale mediastinale Sonographie (ITMS) durchgeführt. Die Indikationen sind in Tab. 3 aufgeführt.

Thoraskopie

Die Thoraskopie erfolgte in Allgemeinnarkose und Einlungenventilation. Zur Lungenseparation kam ausschließlich ein linksschwingender Doppellumentubus (Robertshaw-Tubus) zum Einsatz. In Seitenlage wurden befundbezogen 3 bis 4 Incisionen vorgenommen (zwei 10 mm Thorakoports für die 30° Winkeloptik bzw. die Ultraschallsonde, ein bis zwei 5 mm Trokare für Instrumente). Nach partiellem Lungenkollaps erfolgte im Anschluß an die Inspektion der Lungenoberfläche eine instrumentelle Palpation. Mit einer intrathorakalen Ultraschallsonde wurde der palpatorische Verdacht überprüft, bzw. bei negativer Palpation die sonographische Suche angeschlossen. Der lokalisierte Herd wurde mit einer Satinsky-Klemme ausgeklemmt und generell mit einem endoskopischen Klammernahtgerät reseziert. Bei Nachweis eines Bronchialkarzinoms im Schnellschnittverfahren und funktioneller Operabilität erfolgte in gleicher Sitzung eine Lobektomie mit mediastinaler Lymphadenektomie. Bei erfolgloser

Tab. 2 Differenzierte Darstellung der Erfolgsraten verschiedener Lokalisationsmethoden in Abhängigkeit von Herdgröße und -lage

| Herdlage/Herdgröße (Durchmesser in mm) | Anzahl | thorakoskopische Herddetektion | | | ausschließlich sonographisch | keine thorakoskopische Lokalisation/ Thorakotomie |
|---|-----------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------------|---|
| | | visuell | instrumentell | sonographisch bestätigt | | |
| subpleural | 41 | 31 (75,6%) | 40 (97%) | 34(83%) | 0 | 1 (2,4%) |
| 5 bis 10 | 16 | 10 | 15 | 12 | 0 | 1 (6,2%) |
| 11 bis 20 | 13 | 9 | 13 | 10 | 0 | 0 |
| 21 bis 30 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 |
| über 30 | 7 | 7 | 7 | 7 | 0 | 0 |
| intraparenchymal | 31 | 6 (19%) | 17 (54,8%) | 3 (9,7%) | 2 (6,5%) | 12 (38,7%) |
| 5 bis 10 | 17 | 2 | 6 | 1 | 2 | 9 (53%) |
| 11 bis 20 | 13 | 3 | 10 | 2 | 0 | 3 (23%) |
| 21 bis 30 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| gesamt | 72 | 37 (51,4%) | 57 (79,2%) | 37 (51,4%) | 2 (2,8%) | 13 (18%) |

Tab. 3 Indikationen zur Thorakoskopie mit intrathorakaler mediastinaler Sonographie (ITMS)

| Diagnostik | | Therapie | |
|---------------------------------|-----|----------------------------|-----|
| malignes Lymphom | (2) | Nebenschilddrüsen – Adenom | (2) |
| Bronchialkarzinom, T-Staging | (2) | Perikardzyste | (1) |
| Bronchialkarzinom, N-Staging | (4) | Thymuszyste | (1) |
| | | Pleurazyste | (1) |
| | | Ösophaguswandzyste | (1) |

Suche wurde der Eingriff als anteriore Thorakotomie erweitert.

Der thorakoskopische Zugang bei mediastinaler Raumforderung konnte anhand des CT-Befundes geplant werden. Mittels halbschräger ventraler oder dorsaler Seitenlagerung in Trendelenburg- oder Antitrendelenburg-Position war ein guter Zugang zum Mediastinum ohne Behinderung durch Lungengewebe möglich. Unter Zuhilfenahme der intrathorakalen Ultraschallsonde erfolgte unter thorakoskopischer Kontrolle die Ultraschalluntersuchung der interessierenden Region im Mediastinum.

Die Abwinkelung des Schallkopfes um 90° ermöglichte eine zweidimensionale Untersuchung von einem Zugang aus (Abb. 1). Der lokalisierte Befund wurde sonographisch gestützt biopsiert oder in toto exstirpiert und sofort im Schnellschnittverfahren untersucht.

Sonographieeinheit

Die Untersuchungen erfolgten mit einer laparoskopischen Sonde (Typ 8555), verbunden mit dem Ultraschallsystem der Fa. B&K Medical (Typ 3535) unter Anwendung der Farbdoppler- und Multifrequenzoption (5.0, 6.5, 7.5 MHz). Der curved-array-scanner besitzt einen Sektor-Winkel von 60°. Die Eindringtiefe liegt bei ca. 10 cm.

Ergebnisse

Lungenherde

Von 72 resezierten peripheren Lungenherden waren 29 (40,3 %) maligne und 43 (59,7 %) benigne. Die differenzierte Histologie ist in Tab. 1 dargestellt. Bei Nachweis eines Bronchialkarzinoms konnte 7 mal (9,7%) in gleicher Sitzung der Eingriff als

Lobektomie mit mediastinaler Lymphadenektomie erweitert werden, 4 mal (5,5%) mußte der endoskopische Eingriff als palliative Keilresektion bei funktioneller Inoperabilität beendet werden. 1 mal wurde die Thorakoskopie wegen Adhäsionen und 3mal wegen technischen Resektionsproblemen zur Thorakotomie erweitert. 13 mal (18%) mußte aufgrund einer erfolglosen Herdsuche trotz Lungensonographie eine anterolaterale kleine Thorakotomie erfolgen. Mit Ausnahme eines Herdes lagen alle nicht lokalisierbaren Herde *intraparenchymal*. Bei einer durchschnittlichen Herdgröße von 8 mm gelang nur in etwa der Hälfte der Fälle (47%) die endoskopische Herdlokalisierung. Intraparenchymale Herde mit einer Durchschnittsgröße von 15 mm konnten in 77% der Fälle gefunden werden. Diese Herde waren überwiegend durch instrumentelle Palpation lokalisierbar. Nur 2 Herde (6,5%) konnten allein mit der intrathorakalen Lungensonographie lokalisiert werden. Nahezu alle *subpleuralen* Herde konnten instrumentell (97%) geortet werden. Die anschließende Sonographie brachte nur in 83% der Fälle die Herde zur Darstellung (Tab. 2; Abb. 2). In keinem Fall war die monodigitale Palpation über eine Portincision in der Lage, den Herd letztendlich zu lokalisieren.



Abb. 1 Intrathorakale Ultraschallsonde am rechten oberen Mediastinum

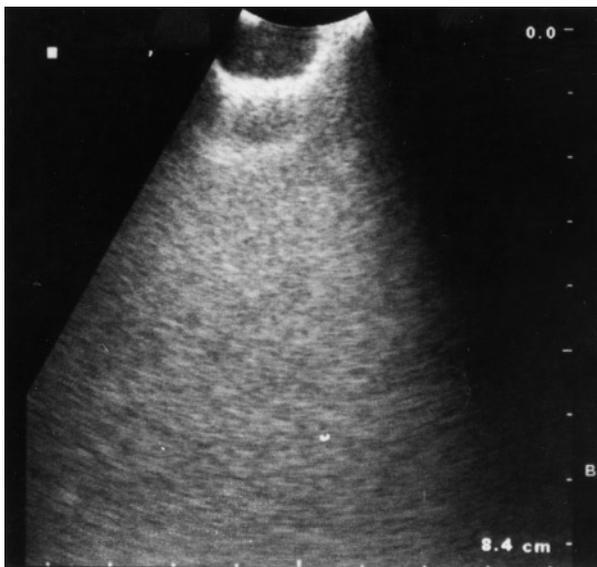


Abb. 2 Intrathorakale Sonographie der Lunge; Darstellung eines echoarmen subpleuralen Herdes (histologisch: Hamartochondrom)

Mediastinale Raumforderungen

Die Indikationen zum thorakoskopischen Vorgehen bei einer mediastinalen Raumforderung sind in Tab. 3 aufgeführt. Zur Veranschaulichung sollen vier kurze Fallbeispiele dienen:

Fall 1: 58 jähriger Patient mit persistierendem Hyperparathyreoidismus nach erfolgloser cervicaler Exploration; *Bildgebende Diagnostik:* szintigraphischer Verdacht auf ein dystopes Nebenschilddrüsenadenom im Mediastinum, CT-Nachweis einer 1,5 x 2 cm großen, gut abge-

grenzten Raumforderung im vorderen Mediastinum links der Medianlinie, unmittelbar ventral der Vena brachiocephalica sinistra; *Operation:* VATS links, Lokalisation des Tumors durch ITMS, thorakoskopische Exstirpation in toto; *Histologie:* Nebenschilddrüsenadenom

Fall 2: 75 jährige Patientin mit bekannter Sklerodermie, progrediente Dysphagie; *Bildgebende Diagnostik:* CT-Thorax mit Nachweis einer 4 x 2 cm großen, ovalären, glatt begrenzten soliden Struktur im aortopulmonalen Fenster (Abb. 3a) *Operation:* VATS links, sonographische Darstellung einer zystischen Struktur zwischen Aorta ascendens und Arteria pulmonalis sinistra (Abb. 3b), thorakoskopische Resektion; *Histologie:* Pericardzyste

Fall 3: 59 jähriger Patient mit einer Raumforderung im 6. Segment links; *Bildgebende Diagnostik:* im CT solide Raumforderung mit Infiltration des dorsalen Mediastinum und von der Aorta thoracica nicht sicher abgrenzbar, bei der transösophagealen Endosonographie ist eine Gefäßwandinfiltration nicht sicher beweisbar *Operation:* VATS mit thorakoskopischer Sonographie des Tumors und sicherem Nachweis einer Gefäßwandinfiltration über eine Strecke von ca. 3 cm (Abb. 4), sonographisch gestützte Tumorbiopsie; *Histologie:* Plattenepithelkarzinom

Fall 4: 68 jähriger Patient mit gesichertem zentralem Plattenepithelkarzinom der rechten Lunge; bronchoskopisch und funktionell besteht Operabilität für eine Pneumektomie; *Bildgebende Diagnostik:* große zentrale Raumforderung mit Infiltration des Mediastinums bis in die Trachealbifurkation und an die Arteria pulmonalis dextra; *Operation:* VATS und intrathorakaler Ultraschall des Mediastinum und des Lungenhilus (Abb. 5); Arteria pulmonalis bis zur Segmentaufteilung ohne Tumordinfiltration, abgrenzbare Lymphknoten in der Trachealbi-



Abb. 3a Computertomographische Darstellung einer ovalen, glatt abgegrenzten Raumforderung im aortopulmonalen Fenster

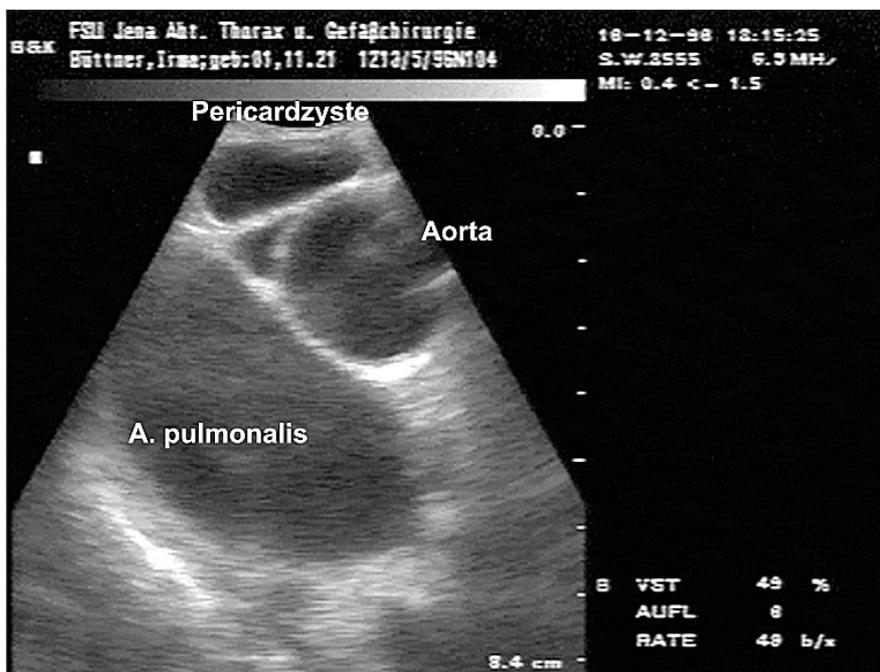


Abb. 3b Thorakoskopisch-sonographische Identifizierung als Perikardzyste

furkation, keine Infiltration des linken Vorhofes; aufgrunddessen Thorakotomie und Pneumektomie mit mediastinaler Lymphadenektomie;

Diskussion

Für die Lokalisation eines peripheren Lungenherdes bei der VATS wer-

den unterschiedliche Verfahren favorisiert. Präoperative Methoden sind die Markierung durch CT-gestützte Farbstoffinjektion oder Harpunisierung des Herdes (3, 8, 18, 19). Nachteile dieser Verfahren sind der häufig iatrogene Pneumothorax, die schnelle Farbstoffdiffusion, die einen kurzfristigen Transport vom CT in den Operationsaal erfordert, eine mögliche Dislokation der Harpune und die theoretische Möglichkeit der Tumorzellverschleppung. Intraoperativ kann der Herd visuell bei Einbeziehung der Pleura visceralis, durch instrumentelle Palpation oder durch monodigitale Palpation geortet werden. Trotz dieser Techniken werden 10–25 % der peripheren Herde nicht gefunden (13, 17, 23). Diese Zahl ist beträchtlich, da sie von einem selektierten Patientengut stammt, bei welchem computertomographisch eine thorakoskopische Lokalisation für möglich erachtet wurde. Nach unserer Erfahrung ist die monodigitale Palpation über eine Thoraxinzision nur bedingt geeignet, einen intraparenchymalen Herd unter 1 cm zu orten. Eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen, könnte die ITLS darstellen. Erste Erfahrungen mit dieser Technik wurden bereits beschrieben (2, 22). Zur Validisierung dieser Methode sollte ein systematischer Einsatz bei unterschiedlicher Herdgröße und subpleuraler Lage im Lungenparenchym im Vergleich mit der herkömmlichen instrumentellen Palpation erfolgen. Unsere Ergebnisse zeigen, daß bei subpleuraler Herdlage der Einsatz der ITLS keinen Gewinn erbringt. 97% der Herde können durch die instrumentelle Palpation gefunden werden. Nicht in allen Fällen kann der palpatorisch gefundene Herd sonographisch dargestellt werden. Bei sehr kleiner Herdgröße (bis 5 mm) ist die instrumentelle Palpation unsicher. Auch die ITLS ist hier ungeeignet, da die im Nahfeld der Ultraschallsonde liegenden Herde durch das Auslöschungsphä-

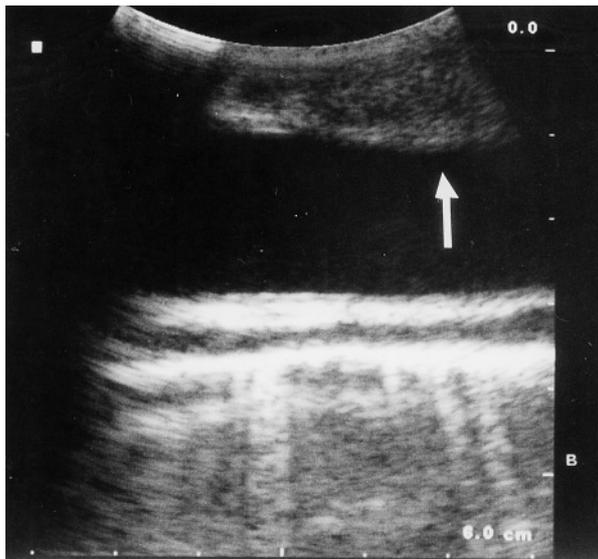


Abb. 4 Thorakoskopisch-sonographische Darstellung der Aorta thoracica längs, Aufhebung der Gefäßwandschichtung durch Tumorinfiltration (→)

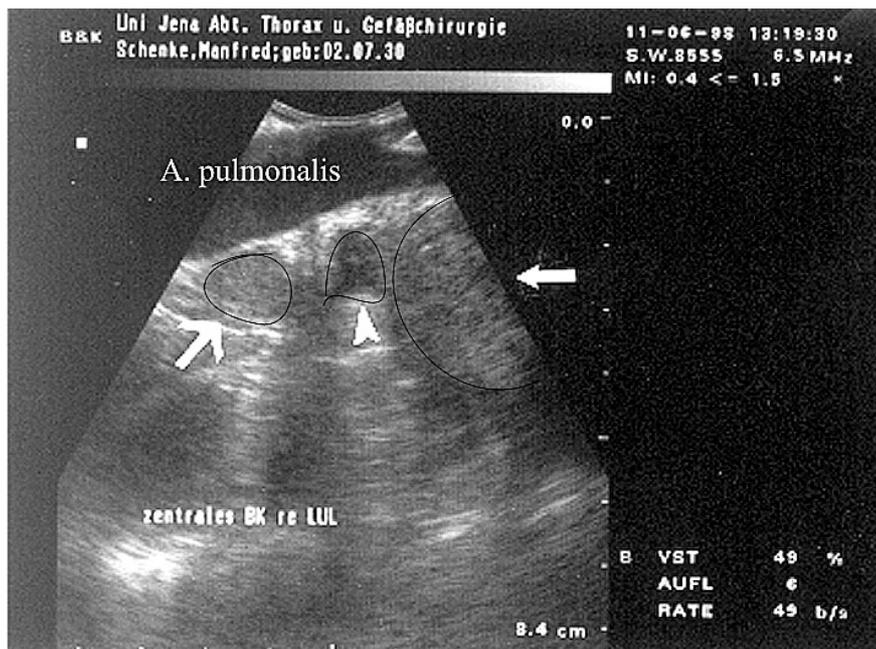


Abb. 5 Thorakoskopische Sonographie des kranialen Lungenhilus rechts; Darstellung der Arteria pulmonalis dextra bis zur Segmentaufteilung ohne Tumorinfiltration (→ Lymphknoten der Trachealbifurkation, → Tumor, ► Stammbronchus)

über 10 mm überlegen. Auch die komplette Resorptionsatelektase ermöglicht nicht die sichere sonographische Detektion. Nach unserer Erfahrung sind echoarme Herde (z.B. Karzinoide) von dem reflexarmen atelektatischen Lungenparenchym erschwert abgrenzbar. Durch den Restluftgehalt in nichtkollabierenden Bronchien entstehen zusätzlich viele kleine echoreiche Reflexstreifen mit dorsaler Schallauslöschung, die eine komplette Lungensonographie verhindern. Unter einer Herdgröße von 10 mm ist die thorakoskopische Detektion auch unter Zuhilfenahme aller intraoperativen Lokalisationsmethoden beträchtlich limitiert. Die Hälfte dieser Herde konnte in unserer Studie nicht lokalisiert werden.

Im Gegensatz zur ITLS ermöglicht die ITMS, abgesehen von den großen Atemwegen, eine vollständige Darstellung der mediastinalen Strukturen. Die Thorakoskopie bietet einen guten Zugang zum Mediastinum ohne Behinderung durch sonographiefeindliche Medien wie lufthaltiges Lungengewebe oder Knochen. Die topographischen Beziehungen mediastinaler Strukturen können mit einer Vielzahl von sonographischen Schnittebenen dargestellt werden. Zum Verständnis der komplexen Sonoanatomie des Mediastinum waren die Erfahrungen mit der transthorakalen Sonographie (25) sehr wertvoll. Unsere Erfahrungen zeigen, daß die ITMS für die Lokalisation von Lymphomen oder soliden Tumoren, besonders bei fettreichem mediastinalen Bindegewebe sehr hilfreich ist. Die Lymphknotenbiopsie und die Exstirpation von Tumoren werden durch die sonographische Darstellung der Beziehung zu funktionellen Strukturen sicherer. Die Artdiagnose kann durch die hochauflösende ITMS im Vergleich zu präoperativ bildgebenden Verfahren exakter erfolgen, so daß der sonomorphologische Befund wesentlich zur Entscheidung für die endoskopi-

nomen unerkant bleiben. Eine Vorlaufstrecke mit einem Wasserkissen könnte dieses Problem lösen.

Intraparenchymale Herde, die nur von einem geringen Saum lufthaltigen

Lungengewebe überzogen werden, können unabhängig von der Herdgröße mit der ITLS nicht dargestellt werden. Hier ist die instrumentelle Palpation bei einer Herdgröße

sche oder offene Resektion beiträgt. Beim zentralen Bronchialkarzinom kann die thorakoskopische Sonographie des Hilus und des Mediastinum zur Abklärung der Operabilität beitragen und somit die Rate der Explorativthorakotomien senken.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die ITLS in der bisherigen Tech-

nik keine Vorteile bei der Lokalisation von Lungenherden ermöglicht. Aus schallphysikalischen Gründen ist auch bei Atelektase keine zufriedenstellende sonographische Beurteilung der Lunge erreichbar. Die gegenwärtig in tierexperimentellen Studien erfolgreich erprobte Lungensonographie bei einseitiger Flüssigkeitsfü-

lung könnte die Probleme lösen und einen vollwertigen Ersatz der manuellen Palpation darstellen (12). Demgegenüber erweist sich die ITMS zur Lokalisation, differentialdiagnostischen Abklärung von mediastinalen Raumforderungen und beim T- und N-Staging des zentralen Bronchialkarzinoms als sehr hilfreich.

Literatur

1. Acuff TE, Mack MJ, Ryan WH, Bowman RT, Douthit MB (1993) Thoracoscopic thymoma resection. *Ann Thorac Surg* 55: 562
2. Friedel G, Hürtgen M, Toomes H (1998) Intraoperative Thoracic Sonography. *Thorac Cardiovasc Surg* 46: 147–151
3. Gossot D, Miaux Y, Guermazi A (1994) The hookwire technique for localization of pulmonary nodules during thoracoscopic resection. *Chest* 105: 1467–1469
4. Gossot D, Toledo L, Fritsch S, Gelerier M (1996) Mediastinoscopy vs Thoracoscopy for Mediastinal Biopsy. *Chest* 110: 1328–1331
5. Ishida T, Inoue T, Sugio K, Inoue K, Inuzuka S, Tateishi M, Sugimachi K, Fukuzawa K, Iwamatsu M (1993) Mediastinal tumor and application of thoracoscopic surgery. *Surg Laparosc Endosc* 3: 403–406
6. Kaiser D (1993) Videoassistiertes thorakoskopisches Operieren ist bereits gut etabliert. In: *Med-Report* 18 (17) Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, S 1–2
7. Kern JA, Daniel TM, Tribble CG (1993) Thoracoscopic diagnosis and treatment of mediastinal masses. *Ann Thorac Surg* 56: 92–96
8. Kerrigan DC, Spence PA, Crittenden MD (1992) Methylene blue guidance for simplified resection of a lung lesion. *Ann Thorac Surg* 53: 163–164
9. Landreneau RJ, Dowling RD, Castillo WM, Ferson PF (1992) Thoracoscopic resection of an anterior mediastinal tumor. *Ann Thorac Surg* 54: 142–144
10. Landreneau RJ, Hazelrigg SR, Mack MJ (1993) Thoracoscopic mediastinal lymph node sampling: useful for mediastinal lymph node stations inaccessible by cervical mediastinoscopy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 106: 554–558
11. Lesser T, Bartel M (im Druck) Videothoracoscopic excision of a mediastinal parathyroid adenoma. *Eur J Surg*
12. Lesser T, Klinzing S, Schubert H, Klein U, Bartel M (1998) Lung flooding – a new method for complete lung sonography. *Res Exp Med* 198: 83–91
13. Linder A, Friedel G, Toomes H (1994) Stellenwert der operativen Thorakoskopie in der Thoraxchirurgie. *Chirurg* 65: 687–692
14. Linder A, Friedel G, Toomes H (1993) Prerequisites, Indications and Techniques of Video-assisted Thoracoscopic Surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 41: 140–146
15. Menconi GF, Ambrogio MC, Melfi FMA, Dini P, Davini F, Goletti O, Roggi G, Angeletti CA (1998) Endothoracic sonography with color Doppler availability during video assisted thoracic surgery (videothoracoscopic operative staging with ultrasound color Doppler) for lung cancer staging. *Surg Endosc* 12: 816–819
16. Mourout J, Benchimol D, Bernard JL, Tran A, Padovani B, Rampal P, Bourgeon A, Richelme H (1991) Exeresse d'un kyste bronchogénique par video-thoracoscopie. *Presse Med* 20: 1768–1769
17. Passlick B, Born CH, Sklarek J, Zoller J, Thetter O (1997) Effektivität der minimal-invasiven Thoraxchirurgie in der Diagnostik pulmonaler Rundherde. *Zentralbl Chir* 122: 633–636
18. Shah RM, Spirn PW, Salazar AM (1993) Localization of peripheral pulmonary nodules for thoracoscopic excision: value of CT-guided wire placement. *AJR* 161: 279–283
19. Shepard JO, Mathisen DJ, Muse VV (1994) Needle localization of peripheral lung nodules for videoassisted thoracoscopic surgery. *Chest* 105: 1559–1563
20. Sugerbaker DJ (1993) Thoracoscopy in the management of anterior mediastinal masses. *Ann Thorac Surg* 56: 653–656
21. Roviario G, Rebuffat C, Varoli F, Vergani C, Maciocco M, Scalambra SM (1994) Videothoracoscopic excision of mediastinal masses: indications and technique. *Ann Thorac Surg* 58: 1679–1684
22. Shennib H, Bret P (1993) Intraoperative transthoracic ultrasonographic localization of occult lung lesions. *Ann Thorac Surg* 55: 767–769
23. Thetter O, Weipert J (1993) Thorakoskopische Chirurgie an Lunge und Pleura. *Chirurg* 64: 629–634
24. Toomes H (1993) Minimally invasive surgery in the thorax. Editorial. *Thorac Cardiovasc Surg* 41: 137–139
25. Wernecke K (ed.) (1991) *Mediastinale Sonographie*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo