



Professor Dr. Dr. Rudolf Hatz



Privatdozent Dr. Hauke Winter



Dr. Michael Lindner

Die Thoraxchirurgie beschäftigt sich mit den angeborenen und erworbenen Erkrankungen des knöchernen Thorax, der Pleura, der Lungen und Bronchien, der Trachea und der Mediastinalorgane mit Ausnahme des Herzens. Sie hat sich aus der Allgemeinchirurgie heraus entwickelt und wurde in Bayern 1993 zu einem eigenständigen Schwerpunkt mit dreijähriger Weiterbildung nach dem Erwerb des Facharztes für Chirurgie. Sie ist jetzt seit 2004 ein eigenständiger Facharzt mit vierjähriger Weiterbildung nach Absolvierung des Common trunk-Abschnittes Basischirurgie (zwei Jahre). 70 Prozent der Eingriffe sind dem rein onkologischen Krankheitsspektrum zuzuordnen. In Anbetracht der bis 2020 zu erwartenden erheblichen Zunahme in der Zahl der Atemwegserkrankungen zusammen mit dem Anstieg der Lebenserwartung in der Bevölkerung wird das Fach in spezialisierten thoraxchirurgischen Zentren und Abteilungen aufgrund der Zunahme in der prognostizierten Fallzahl von 55,5 Fälle pro 100.000 Einwohner (Inzidenz) erhebliche Zuwachsraten verzeichnen. Hierbei spielen auch die neuesten Entwicklungen innerhalb der thoraxchirurgischen Techniken eine große Rolle, die videoassistierte Thorakoskopie und die Lungenersatzverfahren bis hin zur Lungentransplantation.

Neues aus der Thoraxchirurgie

Aktuell wird geschätzt, dass in den nächsten Jahren in Deutschland pro Jahr zirka 45.500 thoraxchirurgische resezierende Operationen zu erwarten sind. Davon sind wahrscheinlich allein zirka 40 Prozent Lungenkrebsingriffe. Auch andere Prozesse, wie das neu eingeführte Screeningverfahren „Low-dose-CT“, für das Lungenkarzinom [1] und die Erweiterung der interdisziplinären Konzepte zur multimodalen Therapie verschiedener Malignome lassen einen weiteren Ausbau der thoraxchirurgischen Schwerpunktabteilungen und Zentren in Bayern erwarten.

Minimalinvasive Thoraxchirurgie – Videoassistierte Thorakoskopie (VATS)

Seit dem ersten Bericht von Hans Christian Jacobaeus über die erste Thorakoskopie mit Inspektion der Pleura 1910 in der *Münchener Medizinischen Wochenschrift* [2] ist durch die rapide Weiterentwicklung der chirurgischen Technik seit Beginn der Neunzigerjahre die VATS etabliert worden. Diese Entwicklung hat es erlaubt, diese neue Technik von einer rein

diagnostischen auf eine therapeutische Stufe erheblich weiter zu entwickeln. Die moderne Videoptik erlaubt über mittlere 5-mm-Zugänge am Thorax die Exploration der gesamten Thoraxhöhle. Die Intubation mit einem Doppellumentubus ermöglicht eine einseitige Beatmung des Patienten mit kompletter Atelektase der Lunge und damit eine hervorragende Übersicht. Über die Aufstellung von Monitoren können sowohl Operateur als auch Assistent die Operation mitverfolgen und entsprechend über die Trokare instrumentieren, sodass mehr als nur zweiseitiges Arbeiten trotz des geschlossenen Thorax ermöglicht wird (Abbildung 1 a + b).

Zur Abklärung benigner oder maligner Pleuraveränderungen mit oder ohne Pleuraerguss gilt die thorakoskopische Pleurabiopsie gegebenenfalls mit oder ohne Pleurodesse zeitlich als Methode der Wahl. Pathologien der Pleura und des Zwerchfells (Pleuritis, Pleurakarzinom, Pleuramesotheliom) können eindeutig abgeklärt werden und in gleicher Sitzung die therapeutische Pleurodesse – am erfolgreichsten mit Talkumpuder – durchgeführt werden. Wie die Literatur eindeutig zeigt, sind solche

VATS-Pleurodesen mit einer deutlich geringeren Rezidivrate des Ergusses behaftet [3]. Die Erfolgsrate der thorakoskopischen Talkumpleurodesen bei malignen Erkrankungen beträgt 80 bis 90 Prozent, da hierdurch die gleichmäßige Verteilung des Talkumpuders gewährleistet wird [4]. Diese Maßnahme führt in den meisten Fällen zu einer erheblichen respiratorischen Verbesserung. Die VATS eignet sich auch mit großer Erfolgsaussicht in der Behandlung des Pleuraempyems vor allem im Frühstadium der Erkrankung (bis sechs Wochen nach erstem Nachweis im Pleurapunktat) [5]. Deshalb ist die frühzeitige Kontaktaufnahme mit einer thoraxchirurgischen Abteilung von entscheidender Bedeutung, da Studien belegen, dass die alleinige Drainagetherapie zu deutlich schlechteren Ergebnissen führt.

In den vergangenen Jahren hat sich die VATS zunehmend auch in der operativen Therapie von Tumorentitäten im vorderen und hinteren Mediastinum bewährt. Nach Häufigkeit überwiegen im anterioren Anteil Thymome, Lymphome und Teratome und im mittleren perikardiale, kongenitale Zysten sowie im hinteren Anteil neurogene Tumore [6] (Tabelle 1). Basierend auf deren Heterogenität sind die Symptome indifferent wie Husten, Schluckbeschwerden und Atemnot und zeigen in späteren Stadien Heiserkeit oder eine hohe Einflusstauung. Systemische Symptome einer Myasthenie, wie eine Kopfheberschwäche oder Augenmuskelschwäche sind typisch für ein Thymom. Die Diagnostik der mediastinalen Veränderungen basiert zumeist auf einer thorakalen Computertomographie (CT), ergänzt oft durch eine Kernspintomographie, vor allem bei neurogenen Tumoren im hinteren Mediastinum [7]. Die laborchemischen Routineuntersuchungen soll-

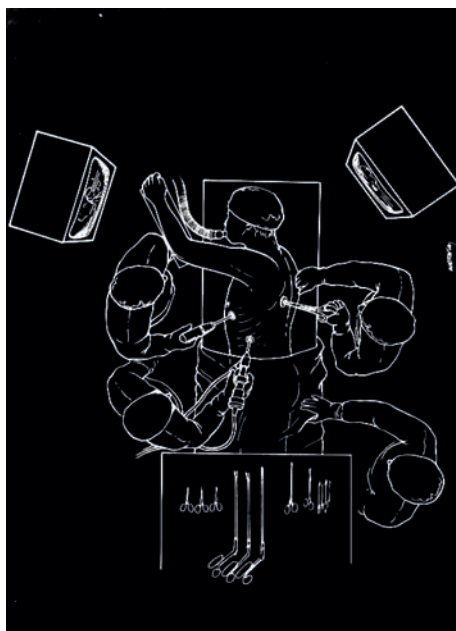


Abbildung 1 a: Übersicht über die Operations-Anordnung bei der Videothorakoskopie (VATS). Patient in Rechtsseitenlage mit Doppellumentubus und einseitiger Lungenventilation. Monitore am Kopfende des Patienten.



Abbildung 1 b: Videothorakoskopie (VATS) Live-Bild.

Vorderes Mediastinum	Mittleres Mediastinum	Hinteres Mediastinum
Struma	Perikardzysten	Neurogene Tumoren
Nebenschilddrüsenadenome	Zwerchfellhernien	Bronchogene Zysten
Thymome	Lymphome	Ösophaguszysten
Teratome	Bronchialkarzinome	Aneurysmen
Keimzelltumoren		
Lymphome		

Tabelle 1: Topografische Zuordnung von Mediastinaltumoren modifiziert nach Pearsons Thoracic & Oesophageal Surgery 2009.

Anzeige

Ein bärenstarker Partner ...

... wenn es um Ihre Privatabrechnung geht.
 Unsere Profis bearbeiten seit mehr als 30 Jahren die medizinische Privatabrechnung von über 1.700 Kunden in ganz Deutschland. Erstklassige Referenzen geben Ihnen die Sicherheit mit einem kompetenten Partner zusammen zu arbeiten.
 Testen Sie uns ohne Risiko mit „Geld-zurück-Garantie“!



Herr Wieland freut sich auf Ihren Anruf!

089 14310-115

www.medas.de





Privatärztliche Abrechnungsgesellschaft mbH

ten die Abnahme von Alpha-Fetoprotein und Beta-Humanes Choriogonadotropin (HCG) bei Verdacht auf Keimzelltumore des Mediastinums einschließen und bei Thymomen soll der Acetylcholinrezeptor- und Anti-Titin-Antikörpertiter bestimmt werden.

Die video-thorakoskopischen, minimalinvasiven Resektionsverfahren – auch in Kombination mit Operationsrobotersystemen für die operative Therapie – der Frühstadien der Mediastinaltumore haben sich zwischenzeitlich als Therapiestandard durchgesetzt [8]. Diese senken die perioperative Morbidität und führen zu einer deutlichen Schmerzreduktion gegenüber den konventionellen Eingriffen, mit „klassischen“ Zugangswegen über die Sternotomie und offene Thorakotomie. Die VATS bietet durch den Einsatz von Winkeloptiken von 0 bis 90 Grad einen ausgezeichneten Überblick über die Resektion von Thymomen, Zysten und neurogenen Tumoren [7, 9] (Abbildung 2 a + b).

In den vergangenen Jahren avancierte die VATS in spezialisierten Zentren aufgrund der erheblich verbesserten technischen Möglichkeiten zum Standardverfahren in der Abklärung und Therapie des solitären pulmonalen Rundherds (Definition: intraparenchymal gelegen, Durchmesser < 3 cm, keine Atelektase, keine vergrößerten Lymphknoten). Bei einem Rundherddurchmesser von 1 cm und größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um eine bösartige Neubildung (im Wesentlichen Lungenkarzinom oder pulmonale Metastase) handelt, bei 50 Prozent. Falls solche Rundherde bei der Bronchoskopie durch eine transbronchiale Nadelaspiration (TBNA) nicht erreicht werden können, sollte auf die transthorakale diagnostische Punktion verzichtet werden und rasch die sichere histologische Klärung mit Entfernung des Rundherds durch intraoperativen Schnellschnitt durchgeführt werden, vorausgesetzt die pulmonale und kardiale Reserve des Patienten lässt einen solchen Eingriff zu. Bei etwas tieferer Lokalisation im Parenchym können aufgrund der fehlenden digitalen Palpationsmöglichkeit zusätzliche Lokalisationsverfahren wie vor allem der intraoperative thorakoskopische Ultraschall angewandt werden. In der Regel lassen sich in 95 Prozent die Rundherde mit einem Durchmesser > 1 cm und peripherem Sitz entfernen. Aufgrund neuerer Studien wird beim Nachweis eines Lungenkarzinoms im intraoperativen Schnellschnitt die VATS-Lobektomie als operatives Therapieverfahren der Wahl beim Stadium I Karzinom ohne Lymphknotenbeteiligung als Standardoperation in spezialisierten Zentren empfohlen [10]. Zusätzlich zur VATS-Lobektomie ist die thorakoskopisch durchgeführte radikale Lymphadenektomie Pflicht. In kontrolliert randomisierten Studien zeigte die VATS-

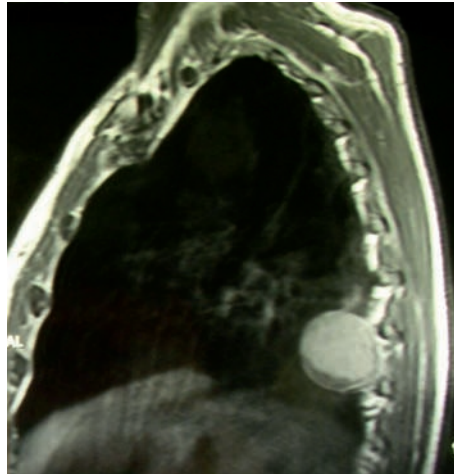


Abbildung 2 a: MRI eines paravertebralen Neurinoms im hinteren Mediastinum links.

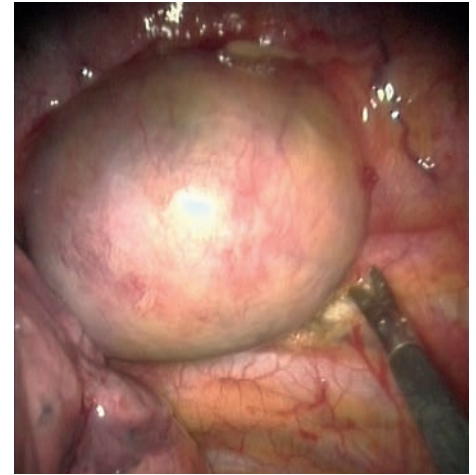


Abbildung 2 b: Intraoperatives Bild des Neurinoms bei VATS-Resektion.

Lobektomie im Stadium I beim Lungenkarzinom im Vergleich zur offenen Lobektomie über Thorakotomie keinen signifikanten Unterschied im Fünfjahresüberleben (90 Prozent versus 85 Prozent). In zwei Metaanalysen (n > 3000) zeigte sich im Vergleich zur offenen Lobektomie eine signifikant geringere Rate für das Auftreten von Fernmetastasen und sogar ein besseres Fünfjahresüberleben [10, 11]. Vorteile der VATS sind die Reduktion des Blutverlustes und des Operationstraumas mit signifikanter Abnahme der postoperativen Schmerzen und Lungenfunktionsverlust, was zu einer Verkürzung des postoperativen Krankenhausaufenthaltes führt [12, 13]. Der kosmetische Vorteil ist eher als sekundär zu werten. In weiter fortgeschrittenen Stadien des Lungenkarzinoms Stadium II und Stadium III a kann aufgrund der fehlenden Palpationsmöglichkeit durch die Hand des Operateurs und der eingeschränkten Übersicht die VATS-Lobektomie nicht empfohlen werden. In diesen fortgeschrittenen Stadien, die meist eine stattgehabte Metastasierung in die hilusnahen (N1) oder mediastinalen Lymphknoten (N2) aufweisen, ist das offene Vorgehen über eine Thorakotomie mit Lobektomie und radikaler systemischer mediastinaler Lymphknotendissektion zu empfehlen. Anschließend ist in diesen Stadien die adjuvante Chemotherapie indiziert [14]. Die Rolle der adjuvanten Strahlentherapie bei N2-Lymphknotenbefall ist zurzeit Gegenstand klinischer Studien und ist noch nicht eindeutig geklärt. Patienten mit einem Lungenkarzinom mit stark erhöhtem Risikoprofil (stark eingeschränkte Lungenfunktion oder massiv erhöhtes kardiales Risiko) kann eine „limitierte“ Resektion (= „wide“ resection), das heißt atypische Lungenresektion oder anatomische Segmentresektion, als Therapieverfahren angeboten werden mit akzeptablem Langzeitüberleben.

Die pulmonale Metastasektomie

Patienten mit pulmonalen Metastasen bleiben relativ lange symptomlos, da die meisten metastatischen Herde in der Lungenperipherie angesiedelt sind, und werden heutzutage im Rahmen der empfohlenen Tumornachsorge verschiedener Primärtumore entdeckt. Symptomatisch werden sie erst, wenn sie in das Bronchialsystem einwachsen, was sich durch Hustenreiz und/oder Hämoptysen bemerkbar macht. Schmerzen treten erst auf, wenn die Pleura parietalis oder die Thoraxwand infiltriert sind. In solchen Fällen sind meist nur palliative Resektionen zur Symptomkontrolle angezeigt.

Für eine Vielzahl von unterschiedlichen Tumor-entitäten konnte jedoch eindeutig nachgewiesen werden, dass eine aggressive chirurgische Therapie der pulmonalen Metastasen – oft im Kontext eines multimodalen Therapiekonzeptes – einen signifikanten Vorteil für das Überleben und den Verlauf der Tumorerkrankung hat. Im Mittelpunkt der pulmonalen Metastasektomie steht die Entfernung sämtlicher Metastasen in kurativer Absicht oder als Bestandteil einer kurativen multimodalen Therapie. Zur Erkennung solcher Metastasen verschiedener Primärtumoren hat sich in den vergangenen Jahren die Fluoro-Desoxyglukose-Positronen-Emissionstomographie (FDG-PET) im Rahmen der präoperativen, nuklearmedizinischen Diagnostik fest etabliert. Sie ermöglicht insbesondere den Nachweis von Metastasen der HNO-Tumoren, des Bronchialkarzinoms, kolorektaler Karzinome, des malignen Melanoms, des Mammakarzinoms und malignen Lymphome. Auch mediastinale und hiläre Lymphknoten können mit höherer Spezifität und Sensitivität als bei der CT-Diagnostik nachgewiesen werden [15]. Die



Abbildung 3: Rechtsseitiges Pleuramesotheliom. CT-Thorax zeigt verdickte Pleura rechts mit charakteristischer Thoraxschrumpfung und Verziehung des Mediastinums.

Magnetresonanztomographie (MRT) spielt hierbei nur eine untergeordnete Rolle und hilft zur Abklärung der Lagebeziehung einer Metastase zu großen Gefäßen, dem Herzen, der Thoraxwand, dem Ösophagus und der Wirbelsäule. Endoluminales Tumorwachstum und histologische Sicherung zentraler Metastasen ist durch die Bronchoskopie in den meisten Fällen möglich. Die Indikation zur pulmonalen Metastasektomie ist prinzipiell gegeben, wenn der extrathorakale Primärtumor beherrscht ist und die nachweisbaren Metastasen sich nur auf die Lungen beschränken, ohne zusätzlichen extrathorakalen Befall anderer Organe. In solchen Fällen sollte der Patient auch im Rahmen multimodaler Therapiekonzepte einem Thoraxchirurgen vorgestellt werden. Neben der funktionellen Operabilität des Patienten einschließlich des kardialen Risikos, spielen Metastasenzahl, die Größe und die Lage der Tumormetastasen sowie Befall von mediastinalen hilären Lymphknoten für die Resektabilität die entscheidende Rolle. Zentral in der Entscheidungsfindung ist die anzustrebende Radikalität des Eingriffs. Alle Metastasen und auch befallene Lymphknoten müssen im Sinne einer R0-Resektion entfernt sein. Denn bei allen Tumorentitäten hat sich dieser Faktor als wichtigster Prognosefaktor herauskristallisiert. Ist die R0-Resektion nicht möglich, dann kann eine Metastasektomie nur unter palliativen Gesichtspunkten erfolgen (zum Beispiel Hämoptysen, Schmerz und andere).

Die meisten Herde lassen sich mittels extraanatomischer, so genannter atypischer Resektion parenchymsparend und zuverlässig entfernen. Dies sollte über eine offene Thorakotomie erfolgen. Dieser Zugangsweg ermöglicht die eingehende Palpation des Lungenparenchyms durch

die Hand des Chirurgen. Dadurch werden bei 22 Prozent der Patienten zusätzlich Metastasen mit kleinem Durchmesser (< 6 mm) aufgedeckt, die in der präoperativ durchgeführten High-Resolution-Computertomographie (HR-CT) nicht festgestellt werden. Denn die Sensitivität der präoperativen Diagnostik ist abhängig von der Größe der Läsion und sinkt mit abnehmender Größe. Bei Metastasen, die kleiner als 6 mm sind, liegt sie zwischen 50 und 70 Prozent [16, 17]. Durch manuelle Palpation können Lungenherde bis zu einer Größe von 3 mm identifiziert werden. Eine Metastasektomie über einen video-thorakoskopischen Zugang ist nur zulässig, wenn es sich um einzelne Metastasen handelt, die über einen längeren Zeitraum beobachtet wurden oder wenn es der diagnostischen Klärung der Herde dient.

Wichtig ist, dass parenchymsparende Operationstechniken, wie die Verwendung des Neodym-Yag-Lasers oder Argon-Beamers angewandt werden. Eine parenchymsparende Resektion sollte unbedingt angestrebt werden, da auch wiederholte Eingriffe drei- bis fünffach an einem Lungenflügel, insbesondere bei Patienten mit Nierenzellkarzinom bzw. Kolonkarzinom, aber auch Sarkomen durchaus mit einem guten Langzeitüberleben korrelieren. Nur in 20 Prozent der Fälle sind anatomische Resektionen von Segmenten oder Lappen erforderlich. Dies auch nur, wenn die pulmonale Reserve des Patienten es erlaubt.

Zahlreiche Studien der vergangenen Jahre zeigen bei Erreichen einer R0-Resektion der pulmonalen Metastasen – je nach Primärtumor – ein akzeptables Fünfjahresüberleben, wovon die Patienten wesentlich profitieren (Tabelle 2). Entscheidend für das Überleben als unabhängiger Prognosefaktor ist die Radikalität des Eingriffs, die Anzahl pulmonaler Metastasen, das metastasenfremde Zeitintervall und der Tumorbefall mediastinaler und/oder hilärer Lymphknoten [18, 19]. Die Dreißigtageletalität beläuft sich unter Einschluss von zum Teil ausgedehnten Palliativeingriffen auf 2,2 Prozent. Ganz im Vordergrund postoperativer Probleme stehen Störungen der Bronchialtoilette mit konsekutiver Sekretretention, Atelektase und Pneumonie. Durch schonende Operationstechnik, konsequente Schmerzausschaltung und krankengymnastische Trainingsprogramme lassen sich diese Komplikationen am ehesten vorbeugen und möglicherweise vermeiden.

Operative Therapie des Pleuramesothelioms

Das maligne Pleuramesotheliom ist meist ein durch Asbestexposition verursachter bösartiger Tumor der Pleura parietalis und visceralis (Abbildung 3). Die Zahl der Neuerkrankungen liegt derzeit bei ca. 1.300 Fällen pro Jahr, ein Gipfel wird um das Jahr 2020 erwartet [20]. Somit kann es in den nächsten Jahren durchaus

Histologie des Primärtumors	n (%)	medianes Überleben (Monate) [Konfidenzintervall]	Überleben		
			3 Jahre (%)	5 Jahre (%)	10 Jahre (%)
Nierenzellkarzinom	202 (21,8)	39,7 [31,4-47,9]	52,9	39,0	27,1
Rektumkarzinom	104 (11,2)	35,2 [27,2-43,3]	48,5	31,0	20,6
Weichteilsarkom	95 (10,3)	32,2 [2,0-62,3]	48,9	38,3	26,9
HNO-Tumor	81 (8,8)	22,4 [9,9-34,9]	36,7	19,2	7,3
Mammakarzinom	81 (8,8)	82,4 [23,8-141,0]	69,6	59,6	43,0
Nicht-seminomatöse Keimzelltumore	78 (8,4)	253,6 (219,1-288-1)*	78,1	74,9	73,1
Kolonkarzinom	66 (7,1)	33,3 [20,0-46,6]	49,2	30,6	19,3
Osteosarkom	43 (4,6)	42,9 [18,7-67,1]	50,3	44,0	44,0
Malignes Melanom	37 (4,0)	19,3 [6,2-32,4]	36,2	9,1	4,5
Gynäkologische Tumore	35 (3,8)	59,4 [27,1-91,7]	65,2	48,2	37,9
Schilddrüsenkarzinom	22 (2,4)	96,1 [24,5-167,6]	66,0	58,7	25,7
Sonstiges	81 (8,8)	25,0 [4,0-46,0]	46,0	33,4	19,5
Summe	925 (100)	40,6 [35,0-46,1]	53,3	39,7	29,1

* Das mediane Überleben konnte nicht ausgewertet werden. Stattdessen wurde das mittlere Überleben angegeben.

Tabelle 2: Überleben der Patienten nach Resektion von Lungenmetastasen in Abhängigkeit von der Histologie des Primärtumors. Ergebnisse im Klinikum Großhadern im Zeitraum 1985 bis 2007.

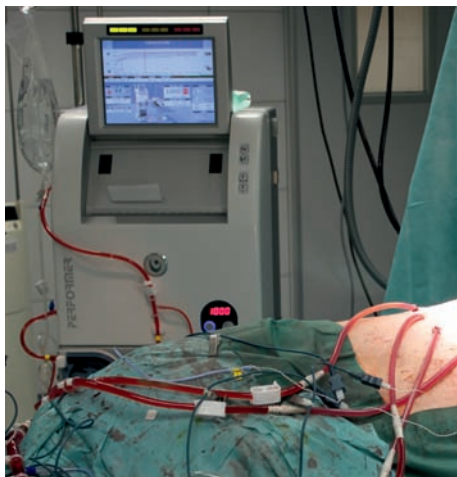


Abbildung 4: Hyperthermie, intrathorakale Chemoperfusion (HITOC) beim Pleuramesotheliom rechts (intraoperatives Bild).

vorkommen, dass sich ein Patient erstmalig mit der Symptomatik eines Pleuramesothelioms in der alltäglichen Praxis präsentiert. Dann ist ein schnelles Handeln angezeigt, denn ohne Therapie beträgt das mediane Überleben zirka sechs Monate. Die Betroffenen sind meistens Männer zwischen 50 und 80 Jahren mit schleichender Leistungsminderung, Dyspnoe und einseitigen Pleuraergüssen, und im fortgeschrittenen Stadium mit progredienten thorakalen Schmerzen. Die uncharakteristischen Symptome werden oft missgedeutet. Neben einer Röntgen-Thoraxaufnahme ist eine gezielte Anamnese bezüglich einer möglichen Asbestexposition zu erstellen. Als ein wichtiges Element in der Diagnostik gilt die video-thoroskopische Exploration in einem Lungenzentrum mit gezielter Probeentnahme und Beurteilung einer potenziellen Resektabilität durch den Thoraxchirurgen. Bei begründetem Verdacht eines durch Asbest verursachten Pleuramesothelioms ist die Meldung an die Berufsgenossenschaft vorgeschrieben. Zur Risikogruppe gehören alle Berufe, bei denen ein direkter Umgang mit Asbest in der Produktion und Verarbeitung, aber auch im Umgang und der Entsorgung vorliegt. Dies sind Beschäftigte in der Baubranche, Wertindustrie, Installateure, Elektriker und Ingenieure.

In den frühen Stadien (T1 bis T3) wurde bisher die trimodale Therapie bestehend aus einer neoadjuvanten Chemotherapie gefolgt von der operativen Resektion von Pleura, Lunge, Perikard und Zwerchfell empfohlen [21]. Dieser Eingriff, extrapleurale Pleuropneumonektomie (EPP), wird dann meist postoperativ durch eine adjuvante Bestrahlung des Hemithorax (54 Gy) komplettiert. Bei weit fortgeschrittenen Stadien ist nur die thorakoskopische Pleurodese mit

Talkum nach Evakuierung des Ergusses sinnvoll. Anschließend erfolgt eine Standard-Chemotherapie in Kooperation mit dem Onkologen meist bestehend aus einer Kombination aus Cisplatin und dem Folsäureanalogum Pemetrexet [22].

In den vergangenen zwei Jahren setzt sich zunehmend eine symptomatisch orientierte, chirurgische Therapie durch. Diese hat drei Hauptziele:

- » die quälende Dyspnoe durch die tumorbedingte Einmauerung (Encasement) der Lunge zu mildern,
- » die Schmerzen durch Infiltration der Thoraxwand zu reduzieren und
- » eine Verlängerung des Überlebens bei guter Lebensqualität zu ermöglichen.

Bei diesem neuen operativen Verfahren erfolgt eine Pleurektomie mit Dekortikation der visceralen und parietalen Pleura gegebenenfalls auch mit Entfernung und Ersatz von Teilen des Perikards und/oder des Zwerchfells [23]. Der große Vorteil dieser Operation ist, dass die Pneumonektomie dem Patienten erspart bleibt und postoperativ eine deutliche Zunahme der Vitalkapazität wie auch der FEV₁ beobachtet wird. Die Resektion beider Pleurablätter resultiert ebenfalls in einer festen Verklebung der Lunge mit der Thoraxwand, sodass Pleuraer-

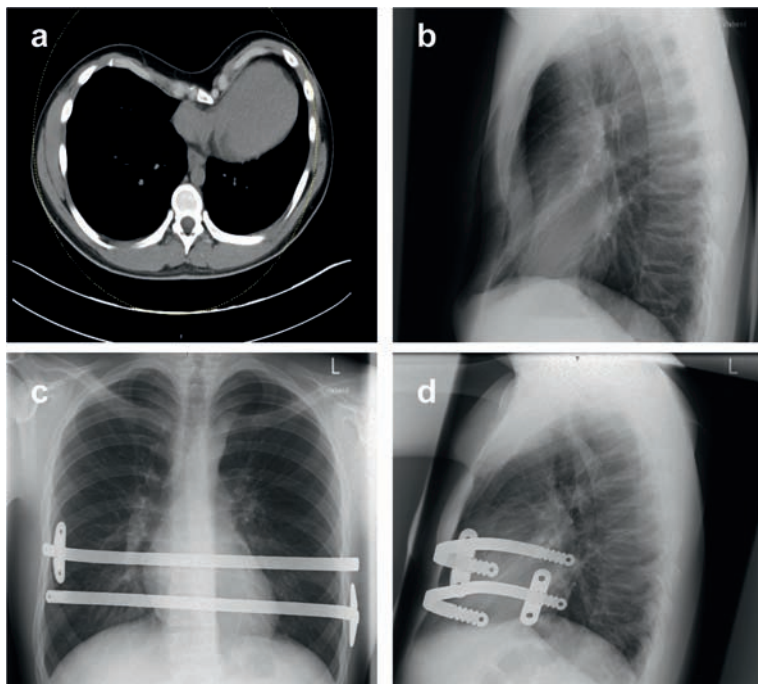


Abbildung 5 a und b: Trichterbrust im CT-Thorax transversal und Röntgenthorax seitlich. Abbildung 5 c und d: Nuss-Korrektur mit zwei anmodellierten retrosternalen Metallbügeln.

güsse kaum mehr beobachtet werden. In der gleichen Sitzung wird die Therapie gegebenenfalls residual verbliebener Tumorzellen durch eine hypertherme intrathorakale Chemotherapie (HITOC) mit Doxorubicin und Cisplatin bei 42 °C durchgeführt (Abbildung 4). Durch die Erwärmung auf 42 °C erfolgt nicht nur die Sensibilisierung der Tumorzellen und eine höhere Eindringtiefe des Chemotherapeutikums, sondern potenziell auch die Induktion von Signalwegen, die in der Apoptose von Tumorzellen münden. Die Pleurektomie und Dekortikation in Verbindung mit der HITOC-Therapie eröffnet für die zunehmende Anzahl an Pleuramesotheliompatienten auch im höheren Alter eine operative Therapiemöglichkeit und scheint dem größeren radikalen Eingriff der Pleuropneumonektomie onkologisch nicht nachzustehen. Komplettiert wird diese operative Therapie ebenfalls von einer Bestrahlung der Thoraxwand (30 Gy). Bisherige Ergebnisse zeigen, dass das Überleben bei guter Lebensqualität gegenüber alleiniger Chemotherapie deutlich verlängert wird [24].

Minimalinvasive Trichterbrustkorrektur

Als Trichterbrust (Pectus excavatum) wird eine angeborene oder in früher Kindheit erworbene Brustwanddeformität bezeichnet, bei der eine symmetrische oder asymmetrische trichterförmige Einziehung des zentralen Teils der vorde-

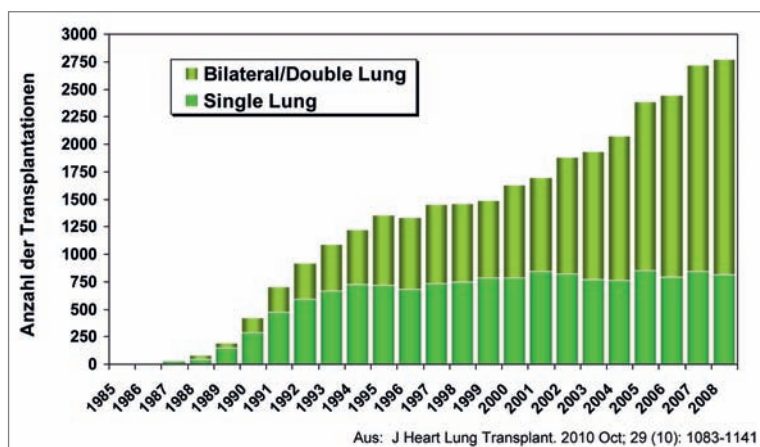


Abbildung 6: Entwicklung der Zahl der Lungentransplantationen weltweit.

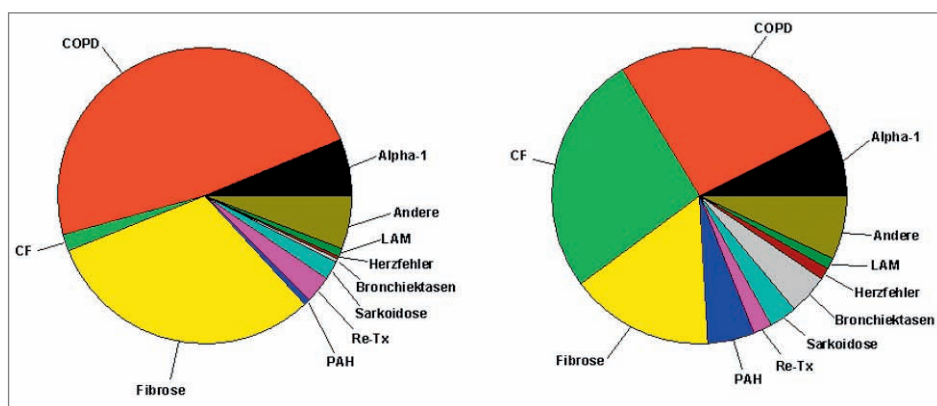


Abbildung 7: Indikationen zur Einzellungentransplantation (rechts) und Doppellungentransplantation (links) nach ISHLT 2010. – Abkürzungen: Pulmonalerterieller Hypertonus (PAH), Alpha-1 Antitrypsinmangel (Alpha-1), Lymphangioliomyomatose (LAM), Zystische Fibrose (CF), Retransplantation (Re-Tx).

Quelle: J Heart Lung Transplant 2010 Oct;29 (10): 1083-1141

ren Brustwand besteht (Abbildung 5 a und b). Mit einer Inzidenz von 1/300 stellt sie die häufigste angeborene Brustwanddeformität dar, wobei Jungen dreimal häufiger betroffen sind als Mädchen. Bei ausgeprägten Befunden kann es zu restriktiven Ventilationsstörungen kommen. Durch die Dislokation und Rotation des Herzens in den linken Hemithorax kann es als Folge einer Pelottierung des rechten Ventrikels ein Mitralklappenprolaps nachweisbar sein. Darüber hinaus kann aufgrund einer kardialen Kompression eine lageabhängige Reduktion des Schlagvolumens bestehen, das durch eine erhöhte Herzfrequenz kompensiert werden muss. Die Ausprägung der Trichterbrust wird mit dem so genannten Haller-Index gemessen. Dieser Index berechnet sich aus dem Verhältnis zwischen transversalem Thoraxdurchmesser und minimalem Abstand zwischen Sternumrückseite und ventraler Wirbelsäulenkante. Bei normalem Brustkorb liegt der Haller-Index bei zirka 2,5. Die Indikation zur Trichterbrust besteht, wenn der Haller-Index über 3,2 liegt oder kardio-pulmonale Funktionseinschränkungen

bestehen. Auch eine ausgeprägte psychische Belastung durch die Thoraxwanddeformität kann bei normaler kardio-pulmonaler Funktion eine Indikation zur Korrektur darstellen, sofern auch von psychiatrischer Seite eine Untersuchung bzw. Behandlung des Patienten erfolgt [25]. Neben dem bekanntesten offenen Operationsverfahren von Ravitch hat sich heute das erstmals von Donald Nuss 1998 vorgestellte minimalinvasive knorpelerhaltende Verfahren etabliert [26, 27] (Abbildung 5 c und d). Hierbei wird minimalinvasiv ein individuell anmodellierter retrosternaler Metallbügel nach intrathorakal eingebracht, der den Trichter von innen nach außen drückt (Abbildung 5 c und d). Um eine Dislokation des eingebrachten Metallbügels zu verhindern, werden am Bügelnde Stabilisatoren angebracht, die an der Brustwand fixiert werden. Das Einbringen des Metallbügels wird unter thorakoskopischer Kontrolle mittels Videoptik durchgeführt. Heute wird das Verfahren in einem optimalen Korrekturalter von zirka 15 bis 17 Jahren angewandt. Die Erfolgsrate der Operation liegt

gemäß einer neuen retrospektiven Analyse von Kelly et al. bei 95,8 Prozent [27]. Bekannte Komplikationsmöglichkeiten der Operation sind eine Dislokation des Implantats, eine Allergie auf das eingebrachte Fremdmaterial (etwa 2,8 Prozent) sowie Wundinfektionen (1,4 Prozent) und mögliche Nachblutungen mit konsekutiven Hämatothorax (etwa 0,6 Prozent). Um Spätrezidive zu vermeiden, sollte das Implantat für mindestens zwei bis drei Jahre in situ verbleiben und wird dann in einer erneuten Operation entfernt. Für die operative Korrektur muss von der zuständigen Krankenkasse eine Kostenübernahmeerklärung für die Operation eingeholt werden. Neben den etablierten offenen Verfahren, ist das Verfahren nach Nuss eine besonders schonende Möglichkeit, den unter oft großen psychischen Leidensdruck stehenden Patienten zu helfen.

Die Lungentransplantation

Die Lungentransplantation ist heute die Therapie der Wahl für Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen im Endstadium. Weltweit wurden mittlerweile mehr als 26.000 Lungentransplantationen vorgenommen, davon pro Jahr zuletzt etwas über 2.100 Operationen [28] (Abbildung 6). Insgesamt zeichnet sich ein Trend zu mehr Doppellungentransplantationen ab, da die Langzeitergebnisse im Vergleich zur Einzellungentransplantation bei bestimmten Indikationen besser sind. Ziel der Lungentransplantation ist es, eine Verbesserung der Lebensqualität und der Lebenserwartung zu erreichen. Das Indikationsspektrum umfasst einen weiten Bereich verschiedener angeborener und erworbener Erkrankungen der Luftwege, des Lungenparenchyms und der Lungengefäße, wobei Lungenemphysem, Lungenfibrose und Mukoviszidose die häufigsten Diagnosen darstellen (Abbildung 7).

Die Transplantation sollte im Idealfall dann erfolgen, wenn die voraussichtliche Lebenserwartung nach der Transplantation größer ist als die verbleibende Lebenserwartung mit der erkrankten Lunge. Die Fünfjahresüberlebenschance nach Transplantation liegt derzeit bei etwa 54 Prozent [29] (über alle Indikationen und Verfahren). Dieses Risiko kann also im Hinblick auf die Grunderkrankung als Anhalt genommen werden, wird jedoch im Einzelfall schwer abzuschätzen sein. Daher muss die Situation jedes Patienten individuell, unter Bezugnahme auf die Grunderkrankung, Konstitution und Komorbiditäten, beurteilt werden. So liegt die Fünfjahresüberlebenschance bei der Mukoviszidose beispielsweise bei über 70 Prozent.

Variable	BODE-Index Punkte			
	0	1	2	3
FEV ₁ [% Erwartungswert]	≥ 65 %	50 bis 64 %	36 bis 49 %	≤ 35 %
6-Minuten-Gehstrecke	≥ 350 m	250 bis 349 m	150 bis 249 m	≤ 149 m
MMRC-Dyspnoe-Skala	0 bis 1	2	3	4
BMI	> 21 kg/m ²	≤ 21 kg/m ²		

Tabelle 3: BODE-Index.

Symptom	Grad
Dyspnoe nur bei Anstrengung	0
Kurzatmig bei raschem Gehen auf ebener Strecke oder leichtem bergauf Gehen	1
Wegen Dyspnoe langsames Gehen auf ebener Strecke als Gleichaltrige oder Anhalten zum Luftholen beim Gehen mit gewohnter Geschwindigkeit	2
Anhalten zum Luftholen nach 90 Meter Gehstrecke oder nach wenigen Minuten Gehen auf ebener Strecke	3
Zu kurzatmig um das Haus zu verlassen oder sich selbstständig anzukleiden	4
<i>modifiziert nach Celli et al., NEJM 2004</i>	

Tabelle 4: MMRC-Dyspnoe-Skala.

Der Zeitpunkt von Listung bzw. Transplantation unterscheidet sich dabei ebenfalls hinsichtlich der Diagnose, wie nachfolgend an den drei großen Indikationsgruppen kurz aufgeführt [30]. Bei der COPD ist die Indikation in der Regel ab dem GOLD-Stadium IV oder einem BODE-Index zwischen 7 bis 10 (Tabelle 3 und 4) gegeben. Auch rezidivierende starke Exazerbationen, Hyperkapnie (PaCO₂ > 50 mmHg), pulmonaler Hypertonus oder eine FEV₁ < 20 Prozent in Verbindung mit einer CO-Diffusionskapazität (DLCO) < 20 Prozent sind wichtige Indikatoren. Bei der idiopathischen Lungenfibrose (IPF) wird bei eingeschränkter CO-Diffusionskapazität (DLCO) < 35 bis 39 Prozent,

Abfall der FVC > 10 bis 15 Prozent innerhalb von sechs Monaten, Entsättigung < 88 Prozent im Sechs-Minuten-Gehtest in Verbindung mit den typischen radiologischen Veränderungen die Listung empfohlen. Für die Mukoviszidose sind ein Abfall der FEV₁ unter 30 Prozent sowie rezidivierende Infekte und Verschlechterung des Allgemeinzustandes richtungsweisend für eine Listung. Kommen Hyperkapnie > 65 mmHg pCO₂, nicht beherrschbare Hämoptysen oder Pneumothoraces hinzu, ist eine dringliche Listung indiziert.

Die Lungentransplantation bietet zwar für viele Patienten eine aussichtsreiche Therapieoption

ihrer Lungenerkrankung, persistierender Spendermangel verhindert jedoch eine zeitgerechte Versorgung aller gelisteten Patienten. Zukünftig werden daher zunehmend Patienten erst in einem sehr fortgeschrittenen Krankheitsstadium transplantiert werden können. Durch die Einführung des Lung Allocation Scores (LAS) im Dezember 2011, ein individueller Punktwert, der die bisherige Einteilung der Dringlichkeit in drei Stufen ablöst, ist eine bessere Abschätzung der Mortalität kritisch erkrankter Patienten auf der Warteliste möglich, wodurch idealerweise eine bessere Verteilung der Spenderorgane erreicht werden soll [31]. Zur Überbrückung der Wartezeit kann bei ausgewählten, kritisch kranken Patienten die extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) auf Intensivstation zum Einsatz kommen. Durch verbesserte Technik und Materialien kann die ECMO-Therapie heute sogar bei wachen, nicht intubierten Patienten erfolgen und so eine Überbrückung der Wartezeit bis zur Transplantation ermöglichen [32].

Die Autoren erklären, dass sie keine finanziellen oder persönlichen Beziehungen zu Dritten haben, deren Interessen vom Manuskript positiv oder negativ betroffen sein könnten.

Das Literaturverzeichnis kann bei den Verfassern angefordert oder im Internet unter www.blaek.de (Ärzteblatt/Literaturhinweise) abgerufen werden.

Autoren

*Professor Dr. Dr. Rudolf Hatz, FACS
Chefarzt, Leiter des Thoraxchirurgischen Zentrums München,
Asklepios-Lungenfachkliniken München-Gauting/Klinikum der Universität München*

*Dr. Michael Lindner, Leitender Oberarzt Thoraxchirurgie,
Dr. Uwe Grützner,
Thoraxchirurgisches Zentrum München,
Asklepios-Lungenfachkliniken,
München-Gauting, Robert-Koch-Allee 2,
82131 Gauting*

*Privatdozent Dr. Hauke Winter,
Leitender Oberarzt Thoraxchirurgie,
Dr. Gerhard Preissler,
Privatdozent Dr. Martin Eichhorn,
Thoraxchirurgisches Zentrum München,
Klinikum der Universität München,
Campus Großhadern,
Marchioninistraße 15, 81377 München*

Das Wichtigste in Kürze

Die Fortschritte im Bereich der modernen Thoraxchirurgie gewährleisten in engster Zusammenarbeit mit Pneumologie und Onkologie effiziente diagnostische und therapeutische Möglichkeiten bei einer Vielzahl der betroffenen Patienten. Neben den bisher bewährten offenen thoraxchirurgischen Verfahren hat sich die minimalinvasive videoassistierte Thorakoskopie (VATS) als Routinemethode in der Diagnostik und Behandlung des Pleuraergusses, des Pneumothorax, des Pleuraempyems und des Lungenrundherds, der Mediastinaltumore und der Trichterbrust etabliert. Im Frühstadium des Lungenkarzinoms stellt die VATS-Lobektomie ein schonendes kuratives Verfahren dar, mit gleich guten Langzeitergebnissen wie nach offener Resektion.

Innerhalb definierter multimodaler onkologischer Therapiekonzepte führte die offene Metastasektomie mit Entfernung pulmonaler Metastasen anderer primärer Tumore, wie dem Nierenzellkarzinom, dem kolorektalen Karzinom, dem Mammakarzinom, Sarkom und andere zu einem signifikant verlängerten Langzeitüberleben. Bei korrekter Indikationsstellung gehört heute die Lungentransplantation zu den etablierten elektiven Therapieverfahren in der operativen Behandlung der terminalen respiratorischen Insuffizienz.