

Anästhesie zur video-assistierten thorakoskopischen Chirurgie

Anaesthesia and video-assisted thorascopic surgery

Th. Prien, J. Thomitzek und A. W. Sielenkämper

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Direktor: Prof. Dr. H. Van Aken)

Zusammenfassung: Die Indikationen für die video-assistierte Thoraxchirurgie (VATC) wurden in den letzten Jahren ausgeweitet. Heute gehört daher die Anästhesie für solche Eingriffe, die zumeist eine intermittierende Einlungenbeatmung erfordern, zur Routine in der Anästhesie. Die präoperative anästhesiologische Vorbereitung, die Anästhesieführung und die postoperative Betreuung bei VATC orientieren sich im Grundsatz an den Leitlinien des anästhesiologischen Managements bei Eingriffen am offenen Thorax. Besonderheiten solcher Eingriffe stellen ein erhöhtes Blutungsrisiko sowie spezielle Erfordernisse bei Eingriffen an kleinen Kindern dar.

Die minimal-invasive, video-assistierte Thoraxchirurgie (VATC) hat in den letzten Jahren vor allem durch die Verbesserung des optisch-technischen Instrumentariums eine Renaissance erfahren. Obwohl die minimal-invasive Thoraxchirurgie im Vergleich zur Thorakotomie durch den "kleineren" Zugang charakterisiert ist, unterscheidet sich die Anästhesieführung bei beiden Verfahren oft nicht wesentlich. Dies gilt zumindest, wenn vergleichbare Eingriffe durchgeführt werden. Zu beachten ist aber, daß bei vielen thorakoskopischen Eingriffen ein Umstieg auf eine Thorakotomie erforderlich werden kann. Ebenso kann das Risiko einer akuten chirurgischen Blutung erhöht sein. Spezielle Überlegungen bezüglich des anästhesiologischen Managements erfordern zudem thorakoskopische Eingriffe an kleinen Kindern. Der vorliegende Übersichtsartikel behandelt die Vorbereitung des Patienten, das intraoperative anästhesiologische Management und die postoperative Überwachung bei video-assistierter thorakoskopischer Chirurgie.

Präoperative Evaluation und Vorbereitung

Extreme Lagerung (Seite, Bauch), Reizung der Luftwege durch endobronchiale Intubation und

Einlungenbeatmung während thorakoskopischer Eingriffe können insbesondere bei Patienten mit obstruktiven Lungenerkrankungen den pulmonalen Gasaustausch und die kardiovaskuläre Funktion beeinträchtigen.

Die Einschätzung des physischen Gesamtzustandes durch den Anästhesisten ist ein guter Prädiktor für das Risiko pulmonaler Komplikationen - zumindest bei Laparotomien (17). Daher sollte auch bei thorakoskopischen Eingriffen die gründliche, "lungenbetonte" Anamneseerhebung und körperliche Untersuchung im Vordergrund stehen. Die körperliche Belastbarkeit im Alltag gibt einen Hinweis auf die pulmonale Reserve und läßt das Risiko pulmonaler Komplikationen abschätzen. Bei Hinweisen auf pulmonale Funktionsstörungen (z.B. Dyspnoe, Husten, Nikotinkonsum) sind eine spirometrische Untersuchung der Lungenfunktion und eine Analyse der kapillären Blutgase durchzuführen.

Die Spirometrie erlaubt anhand der Vitalkapazität (FVC), der forcierten expiratorischen Einsekundenkapazität (FEV₁) sowie des FEV₁/VC-Quotienten (Tiffeneau-Wert) die Unterscheidung von obstruktiven und restriktiven Ventilationsstörungen und eine Abschätzung deren Ausmaßes. Obstruktive Ventilationsstörungen können durch eine bronchodilatatorisch-antiinflammatorische Therapie häufig noch präoperativ gemildert werden. Restriktive Ventilationsstörungen sind meist nicht zu verbessern; die wichtigsten Ausnahmen sind akutes Lungenödem und Adipositas. Die kapilläre Blutgasanalyse dient vor allem der Hyperkapnie-Diagnose; die arterielle Oxygenierung ist nur eingeschränkt beurteilbar.

Große Bedeutung hat die Detektion und Optimierung bronchospastischer Erkrankungen. Bei gesteigerter Irritabilität der Atemwege ist die Inzidenz von Broncho- und Laryngospasmen im Zusammenhang mit der Atemwegsinstrumentierung während Anästhesie hoch; dies gilt es insbesondere bei Verwendung der Lungenseparationstechniken zu berücksichtigen.

Asthmatiker sollten in einer Remissionsphase sein. Nach Atemwegsinfektionen ist die bronchiale

Reaktivität erhöht (11); es ist nicht bekannt, wann eine Normalisierung eintritt; jedoch sollte man zumindest bei Asthmatikern mit elektiven Eingriffen mindestens zwei Wochen nach Abklingen des Infektes warten. Bei Patienten mit klinischen Bronchospastik-Symptomen, die dringlich (innerhalb 24 Stunden) operiert werden müssen, kann eine intravenöse Glukokortikoidgabe die Irritabilität des Bronchialbaumes reduzieren. Kann der Eingriff einige Tage warten, ist eine orale Glukokortikoidgabe indiziert (z.B. Prednison 40 mg am ersten, 30 mg am zweiten, 20 mg am dritten Tag und 10 mg an den Folgetagen).

Patienten mit chronisch obstruktiver Lungen-erkrankung, die zähen Bronchialschleim produzieren, profitieren von einer präoperativen sekretolytischen Therapie (z.B. Inhalationsatmung mit Mukolytika, wie N-Acetylcystein; Gabe von Mukoregulatorika, wie Ambroxol, dessen Wirkung aber erst nach Tagen einsetzt).

Da bei Rauchern die mukoziliäre Clearance eingeschränkt ist, treten postoperative Atelektasen und Hypoxämien deutlich häufiger auf. Das Risiko, an einer postoperativen Pneumonie zu erkranken, ist bei Rauchern doppelt so hoch wie bei Nichtrauchern (4, 5). Allerdings kann die Frequenz postoperativer pulmonaler Komplikationen nur durch eine längere Rauchkarenz von über zwei Monaten gesenkt werden (39); dies ist darauf zurückzuführen, daß sich bronchiale Irritabilität, mukoziliäre Clearance sowie Sputumproduktion nur langsam erholen. Dennoch ist eine kurzfristige Rauchkarenz zumindest am OP-Tag sinnvoll, um durch sinkende Carboxyhämoglobinspiegel die Sauerstofftransportkapazität zu optimieren.

Eine präoperative Einweisung in atemtherapeutische Verfahren (z.B. Incentive Spirometry, tiefe Einatmungsmanöver) ist bei erhöhtem Risiko für pulmonale Komplikationen vorteilhaft, da der Patient zu diesem Zeitpunkt besonders motiviert, kooperativ und aufnahmefähig ist.

Die Beurteilung des Thoraxübersicht-Röntgenbildes ist auch im Hinblick auf die Instrumentierung der Atemwege im Zusammenhang mit einer Einlungenbeatmung besonders wichtig. Auf Kompressionen oder traktionsbedingte Distorsionen von Trachea und Hauptbronchien ist zu achten, bei Zweifeln muß eine weiterführende computertomographische Diagnostik erfolgen. Unabdingbar ist ferner die sorgfältige klinische Evaluation der Intubationsbedingungen (Mundöffnung, intraorale/pharyngeale Anatomie, Extension/Flexion der Halswirbelsäule).

Koronare Herzerkrankung, linksventrikuläre Dysfunktion sowie das Vorhandensein von Herzrhythmusstörungen determinieren das kardiale Risiko bei thorakoskopischen Eingriffen. Bei entsprechender Anamnese sind weiterführende Untersuchungen (z.B. Belastungs-EKG oder Echokardiographie, Thallium-Szintigraphie) indiziert. Gegebenenfalls ist zu erwägen, die thorakoskopische Maßnahme zurückzustellen und zunächst die kardiale Situation zu verbessern (z.B. Revaskularisierungsmaßnahmen).

Prämedikation

Grundsätzlich sollten Herz-Kreislauf-Medikamente sowie Bronchodilatoren am Operationstag weitergegeben werden, ebenso orale Steroide und Antibiotika. Die Nüchternheitsgrenzen von 6 Stunden für feste Nahrung und von 4 Stunden für Wasser müssen bei Elektiveingriffen eingehalten werden.

Die Anforderungen an eine medikamentöse Prämedikation wie Anxiolyse, Sedation und Amnesie werden am besten von Benzodiazepinen erfüllt. Midazolam beispielsweise erzeugt aufgrund der kurzen Halbwertszeit in der Regel keinen Sedationsüberhang; die vollständige Rückkehr der mentalen und kognitiven Fähigkeiten ist nach etwa vier Stunden erreicht; zu beachten ist allerdings eine deutliche Dosisreduktion mit höherem Lebensalter. Längerwirksame Substanzen sollten bei angestrebter rascher postoperativer Mobilisierung vermieden werden.

Insbesondere bei Eingriffen mit Einlungenbeatmung und bei kleinen Kindern kann eine Hypersalivation Probleme bereiten, da ein Absaugen durch das enge Tubuslumen oft nicht oder nur unzureichend möglich ist. Zur Verminderung der Atemwegssekretion kann unmittelbar präoperativ Atropin per os oder Glykopyrronium intramuskulär oder intravenös gegeben werden.

Monitoring

Das Standardmonitoring umfaßt die kontinuierliche EKG-Registrierung, die nicht-invasive (z.B. oszillometrische) Blutdruckmessung, die Überwachung der endexpiratorischen Kohlendioxidkonzentration sowie die pulsoximetrische Messung der arteriellen Sauerstoffsättigung.

Ob eine darüber hinausgehende Überwachung der Herz-Kreislauf-Funktion und des pulmonalen Gasaustausches erforderlich ist (z.B. arterielle Kanülierung, ZVK, Swan-Ganz-Katheter, transösophageale Echokardiographie) hängt neben der (Ko)morbidität des Patienten auch von der Art der operativen Maßnahme ab. Eine kurzfristige Thorakoskopie unter Verwendung einer Instrumentieroptik erfordert in der Regel weniger Überwachungsinstrumentierung als beispielsweise eine thorakoskopisch unterstützte transhiatale Oesophagektomie (16) oder eine Ligatur eines offenen Dulcus Botalli (PDA-Ligatur) (23).

Die arterielle Kanülierung bietet zum einen die Möglichkeit der kontinuierlichen Blutdruckmessung, zum anderen die der raschen und wiederholten arteriellen Blutgasanalyse.

Das Monitoring des zentralen Venendruckes kann z.B. bei Eingriffen mit pleuraler Kohlendioxidinsufflation frühzeitig eine kardiale Dekompensation anzeigen.

Die meisten der zur Zeit verfügbaren thorakoskopischen Instrumente machen eine sofortige chirurgische Behandlung einer intraoperativ auftretenden größeren Blutung nicht möglich, so daß der Anästhesist jederzeit auf einen akut exsanguinierten Patienten

Tabelle 1: Pro (+) und Contra (-) der Anästhesietechniken für VATC

	Lokoregional-anästhesie	Allgemeinanästhesie mit Spontanatmung	Allgemeinanästhesie mit Einlungenbeatmung
unkooperativer Patient	-	+	+
Gewicht < 30 (20) kg	+	+	-
Dauer des Eingriffs > 15 min	-	+	+
Thorakotomiewahrscheinlichkeit > 5%	-	+	+
schwierige Intubation	- *	+	- DLT/ + BB
Blutungsneigung	+/- **	+	-
Überdruckbeatmung problematisch	+	+	-

DLT = Doppellumentubus, BB = Bronchusblocker
 * Eine rasche Intubation muß in jedem Falle möglich sein
 ** Peridurale Techniken sind kontraindiziert

vorbereitet sein muß, der Patient mit guten venösen Zugängen versorgt sein sollte und Blutprodukte jederzeit verfügbar sein müssen.

Anästhesieformen

Prinzipiell kommen drei Anästhesietechniken in Frage: lokoregionalanästhesiologische Verfahren (evtl. in Kombination mit intravenöser Sedierung), Allgemeinanästhesie mit Einlungenbeatmung sowie Allgemeinanästhesie ohne Einlungenbeatmung. Die Differentialindikation hängt neben der Art des geplanten Eingriffs auch von patientenseitigen Faktoren ab (Tab. 1).

Lokoregionalanästhesiologische Techniken können bei rein diagnostischen Eingriffen unter Verwendung einer Instrumentieroptik eingesetzt werden (18, 30). Selbst bei Patienten mit fortgeschrittener Lungen-erkrankung treten nur minimale Störungen des pulmonalen Gasaustausches auf, wenn der Eingriff unter Lokalanästhesie beim spontanatmenden Patienten vorgenommen wird und nicht wesentlich länger als 15 Minuten dauert (13).

Bessere Anästhesieresultate als die Infiltrationsanästhesie der Inzisionsstellen gibt die dorsale Interkostalblockade in Höhe der Inzisionsstellen und jeweils der beiden benachbarten Interkostalräume. Bei Einsatz der bisher angeführten Verfahren kann durch eine zusätzliche Blockade des ipsilateralen Ganglion stellatum der Hustenreflex, der bei Manipulationen im Hilusbereich auftreten kann, unterdrückt werden (5, 32). Prinzipiell ist auch eine thorakale Periduralanästhesie möglich; lagerungsbedingte Mißempfindungen werden durch die bilaterale Analgesie minimiert; ein postoperativer Nutzen in Form der patientenkontrollierten Katheterperiduralanalgesie entfällt aber bei meist nur geringen Wundschmerzen; eine Ausnahme stellt die Pleurodese dar (6).

Für chirurgische thorakoskopische Eingriffe sind jedoch lokoregionalanästhesiologische Verfahren

grundsätzlich nicht geeignet. Neben ungenügender Anästhesie ist vor allem die langdauernde, extreme Lagerung (z.B. Seite, Bauch) problematisch. Ferner stellt die fehlende Kontrolle der Luftwege ein Problem dar, sollte es doch einmal zu einer therapiebedürftigen Störung des pulmonalen Gasaustauschs kommen. Zu berücksichtigen ist auch, daß thorakoskopisch geplante Eingriffe manchmal in eine Thorakotomie überführt werden müssen.

Anästhesieverfahren der Wahl für thorakoskopische Eingriffe ist daher in der Regel die Allgemeinanästhesie mit trachealer Intubation. Ob ein Lungenkollaps erforderlich ist, hängt vor allem von der Art der Maßnahme ab; für Biopsien oder Exzisionen im Hilus- oder Mediastinalbereich ist er beispielsweise ebenso unabdingbar wie für Eingriffe an der Wirbelsäule. Ob ein Lungenkollaps überhaupt möglich ist, hängt von der Suffizienz des Gasaustausches über die kontralaterale Lunge ab.

Der Kollaps der Lunge im instrumentierten Hemithorax kann prinzipiell sowohl unter Spontanatmung als auch unter Überdruckbeatmung erreicht werden. Bei der Spontanatmungstechnik wird ein einfacher Trachealtubus ohne Muskelrelaxation verwandt; nach Herstellen einer Verbindung zwischen Pleurahöhle und Atmosphäre kollabiert die Lunge innerhalb 5-15 Minuten; eine vorherige Denitrogenierung der Lungen beschleunigt diesen Vorgang. Die Spontanatmungstechnik wird vor allem eingesetzt, wenn die erforderliche Ausrüstung zur Separierung der Luftwege nicht verfügbar oder dieses Vorgehen aus anderen Gründen nicht möglich ist (z.B. pathologische Anatomie der Luftwege). Sie kann vorteilhaft sein, wenn negative Effekte einer Überdruckbeatmung zu befürchten sind, vor allem bei (rezidivierenden) bilateralen Pneumothoraces, bei großen Tumoren des anterioren Mediastinums (mediastinal mass syndrome) sowie bei Perikardergüssen (33). Bei Überdruckbeatmung ist eine instrumentelle Separation der Luftwege zur rechten und linken Lunge erforderlich; die Lunge kollabiert meist rasch nach Herstellen von

Verbindungen zwischen Atmosphäre einerseits und Pleurahöhle sowie Bronchialsystem der OPseitigen Lunge andererseits. Nur wenn weder eine Separation der Luftwege noch Spontanatmung möglich sind (z.B. PDA-Verschluß beim Neonaten) sowie bei ungenügendem Gasaustausch über die ventilierte Lunge, muß auf einen kompletten Lungenkollaps verzichtet werden.

Lungenseparation

Es gibt drei Techniken zur Lungenseparation: die Intubation eines Hauptbronchus mit einem einlumigen Tubus, die tracheale Intubation mit einem Einlummentubus in Kombination mit einem Bronchusblocker und die Verwendung eines Doppellumentubus (vgl. Tab. 4).

Beim Erwachsenen sind Doppellumentuben (DLT) das Instrument der Wahl, da sie neben der Trennung beider Lungen auch die seitengetrennte Ventilation ermöglichen. Verschiedene DLT-Typen sind entwickelt worden. Weite klinische Verbreitung haben die Einmantuben nach *Robertshaw* gefunden, die aus durchsichtigem Kunststoff bestehen, leicht platzierbar sind und große Lumina bei vergleichsweise kleinem Außendurchmesser aufweisen.

Robertshaw-Tuben werden in den Größen 41, 39, 37, 35, 28 und 26 Ch. (Willy Rüsch AG; Kernen) hergestellt. Damit können ab etwa dem 6. - 8. Lebensjahr alle Patienten mit einem DLT intubiert werden (Tab. 2a) (34); einen Hinweis auf die Platzierbarkeit gibt der Kleinfingerdurchmesser des Patienten, der annähernd dem Durchmesser eines Hauptbronchus entspricht. Das passende Fiberbronchoskop sollte gerade bei Verwendung der kleinen DLT-Größen verfügbar sein.

Tabelle 2a: Größenwahl von DLT (bei Kindern)

Charrière	Außendurchmesser [mm]	Alter [Jahre]	Bronchoskop Außendurchmesser
26	8 2/3	6-8	2,2
28	9 1/3	8-14	2,2
35-41	11 2/3 - 13 2/3	> 14	≤ 4 mm

Einen Anhalt für die DLT-Auswahl beim Erwachsenen gibt Tabelle 2b. Generell sollte immer der größtmögliche Tubus verwendet werden, da infolge größerer Lumina die Beatmung während fiberoptischer Lagekontrolle besser, das Absaugen erleichtert und ein geringerer Cuffdruck zum Blocken des Tubus erforderlich ist.

Für alle thoraxchirurgischen Eingriffe, bei denen der linke Hauptbronchus nicht abgesetzt wird, werden in der Regel linksseitige DLT verwendet, da die korrekte Platzierung rechtsseitiger DLT wegen des hohen

Tabelle 2b: Größenwahl von DLT (bei Erwachsenen) (*Slinger*)

Charrière	Größe [cm]	Geschlecht
35	≤ 160	w
37	> 160	w
39	≤ 165	m
41	> 165	m

Abgangs des rechten Oberlappenbronchus schwieriger ist. Erfolgt keine fiberoptische Lagekontrolle der DLT-Position, dann ist allerdings anzuraten, den Hauptbronchus der OPseitigen Lunge zu intubieren, um eine Verlegung des Oberlappenbronchus der kontralateralen Lunge zu vermeiden (27).

Die exakte Positionierung des DLT ist entscheidend für eine erfolgreiche und effiziente Durchführung der Einlungenbeatmung. Zunächst wird die Tubuslage durch Auskultation, Beobachtung von Brustkorbbewegungen und Feuchtigkeitsniederschlag an den distalen Tubusschenkeln überprüft; beim Erwachsenen beträgt die Einführtiefe ab Mundwinkel bei korrekter Platzierung ca. 29 cm. Bei großer Erfahrung des Anwenders kann auf eine fiberoptische Kontrolle verzichtet werden. Wird der DLT nicht häufig eingesetzt, ist die fiberoptische Lagekontrolle unbedingt erforderlich. Auch nach jeder Lageänderung des Patienten (Kopfbewegungen), insbesondere nach Seitenlagerung, ist die korrekte Tubusposition erneut zu verifizieren, ebenso bei jeder arteriellen Hypoxämie unklarer Ursache.

Nach Platzierung des linksseitigen DLT wird das Fiberbronchoskop in den trachealen Beatmungsschenkel eingeführt. Dabei sollte ein freier Blick auf die Bifurkation gewährleistet sein. Außerdem ist darauf zu achten, daß der Cuff des bronchialen Schenkels komplett im linken Hauptbronchus liegt und es nicht zu einer Hernierung des Cuffs in die Trachea kommt. Eine korrekte Position des Tubus liegt vor, wenn bei Sicht durch den bronchialen Schenkel der Abgang des linken Oberlappenbronchus einsehbar ist.

Bei Verwendung eines rechtsseitigen DLT sollte nach Einführen des Tubus zunächst durch den bronchialen Anteil bronchoskopiert werden und der Tubus soweit langsam zurückgezogen werden, bis ein eindeutiger Blick auf den Abgang des rechten Oberlappenbronchus erfolgen kann. Die korrekte Platzierung des bronchialen Anteils des rechtsseitigen DLT ist erforderlich, um eine Atelektase des rechten Oberlappens zu vermeiden. Im Falle einer anatomischen Variante mit sehr hoch abgehendem oder doppeltem rechtem Oberlappenbronchus, kann die Verwendung des rechtsseitigen DLT (im übrigen auch eines rechtsseitigen Bronchusblockers) unmöglich sein (1).

Ist der Patient zu klein für einen DLT oder bei Kontraindikationen (Tab. 3) kann der erforderliche Lungenkollaps im instrumentierten Hemithorax durch Verwendung von Bronchialblockern erreicht werden. Dabei handelt es sich um Katheter mit einem Ballon (Cuff) an der Spitze (z.B. Fogarty-Katheter), die neben

Tabelle 3: Relative Kontraindikationen für einen Doppellumentubus (5)

- Tumoren/Verletzungen entlang des Einführungsweges
- schwierige/unmögliche konventionelle Intubation
- hohes Aspirationsrisiko
- Einlumentubus in situ und extrem gestörter Gasaustausch

dem Endotracheltubus entlang mit der Spitze in einem Hauptbronchus platziert werden. Nach Blocken des Ballons kann die Luft durch das Lumen aus der blockierten Lunge entweichen und im Bedarfsfall Sauerstoff unter Überdruck insuffliert werden (CPAP); Absaugen oder Beatmung der blockierten Lunge ist durch das dünne Lumen nicht möglich. Bei Erwachsenen können Fogarty-Embolektomiekatheter mit einem 3-ml-Cuff verwendet werden (14), bei Kindern (< 10 kg) Fogarty-Katheter mit einem Cuff-Volumen von 0,5 ml oder Swan-Ganz-Katheter mit einem Cuff-Volumen von 1-1,5 ml (38); der Swan-Ganz-Katheter ermöglicht zusätzlich eine Sauerstoffapplikation über das distale Lumen. Während diese Bronchusblocker beim Erwachsenen unter fiberoptischer Kontrolle in den betreffenden Hauptbronchus eingebracht werden, ist bei Kindern (<10 kg) die Platzierung nur mit starrer Bronchoskopie - vor der Intubation - möglich. Mittlerweile stehen auch Einlumentuben (Innendurchmesser 6 - 9 mm) mit integriertem Bronchusblocker zur Verfügung (Univent ®; Fuji Systems Corporation, Tokyo, Japan), die wie DLT ebenfalls ab etwa dem 6. - 8. Lebensjahr

eingesetzt werden können. Ihre Verwendung erfordert auch eine fiberoptische Ausrüstung, erlaubt aber im Vergleich zum DLT den Einsatz von Instrumenten größeren Durchmessers. Nachteile bei Trennung der Lungen durch einen Bronchusblocker im Vergleich zum DLT sind: Fiberoptische Lagekontrolle unbedingt erforderlich, schlechter Lungenkollaps wegen engen Lumens, kugelförmige Cuffs gleiten leicht in die Trachea zurück, Platzierung kann zeitaufwendig sein, Beatmung und Absaugen der blockierten Lunge sind nicht möglich.

Hilfreiche Manöver zur Einführung des Bronchusblockers in den gewünschten Hauptbronchus sind eine Abwinklung der Spitze sowie Drehung des Kopfes zur ipsilateralen Seite. Eine Beatmung mit 100 % Sauerstoff wenige Minuten vor Blockung des Cuffs erleichtert den Totalkollaps der Lunge, da Sauerstoff rascher resorbiert wird als Stickstoff. Nach Platzierung des Bronchusblockers sollte der Cuff bis zum Ende der Operation nicht wieder entblockt werden, um eine intraoperative Dislokation zu vermeiden.

Alternativ und relativ einfach können die Luftwege zu linker und rechter Lunge auch durch selektive Intubation eines Hauptbronchus mit einem einfachen einlumigen Tubus getrennt werden (23). Intubiert wird dabei der Hauptbronchus der zu ventilierenden Lunge; eine fiberbronchoskopische Platzierungs- und Lagekontrolle ist in der Regel erforderlich. Trotzdem ist bei rechtsseitiger Platzierung die Gefahr einer rechtsseitigen Oberlappenatelektase groß. Berücksichtigt werden muß ebenfalls, daß sehr kleine Kinder eine einseitige Beatmung pulmonal häufig nicht gut tolerieren (27).

Tabelle 4: Vor- und Nachteile der Lungenseparationstechniken

	Doppellumentubus	Bronchusblocker	Intubation eines Hauptbronchus
Kosten für Verbrauchsmaterial	ca. DM 150,--	ca. DM 100,-- (Swan-Ganz) bis DM 300,-- (Univent)	ca. DM 5,--
Altersbeschränkung	ab ca. 6.-8. Lebensjahr	Univent: ab ca. 6.-8. Lebensjahr Fogarty o.ä.: auch bei kleineren Patienten	einzigste Einschränkung: ungenügender Gasaustausch
(Fiber)optische Lagekontrolle	empfehlenswert	erforderlich Bei Kindern < 10 kg: starre Bronchoskopie	empfehlenswert
Beatmungsmöglichkeiten	unbegrenzt	bei BB mit Lumen: O ₂ -Insufflation und CPAP	keine
schwierige Intubationsverhältnisse	nicht einsetzbar	möglich auch nasale Intubation	möglich auch nasale Intubation, falls Tubus entsprechend lang
Verletzungsrisiko	vergleichsweise hoch	normal	leicht erhöht
Lungenkollaps	rasch	verzögert	rasch

Einlungenbeatmung

Da die Sichtfeldverbesserung durch Überdruck-Capnothorax (bei einfacher trachealer Intubation und Beatmung beider Lungen) zu schweren Kreislaufdepressionen (aufgrund der intrathorakalen Druckerhöhung mit Mediastinalverschiebung und vermindertem venösem Rückfluß) und Gasembolie führen kann (19, 31), wird die Einlungenbeatmung mittlerweile als Standardverfahren eingesetzt.

Unter Kollaps der OPseitigen Lunge kann der Gasaustausch erheblich gestört sein, vor allem durch Vergrößerung des Rechts-Links-Shunts auf bis zu 40%. Vor allem die Sauerstoffversorgung kann kritisch eingeschränkt sein. Das Ausmaß der arteriellen Hypoxämie hängt wesentlich von der Effektivität der hypoxischen pulmonalen Vasokonstriktion (HPV) ab. Diese leitet den Blutfluß von inadäquat ventilierten Lungenarealen zugunsten gut ventilierten Lungenabschnitte um und ist sowohl vom alveolären als auch vom gemischtvenösen Sauerstoffpartialdruck abhängig. Die dadurch bedingte Umverteilung der Lungendurchblutung zur belüfteten Lunge bewirkt eine Abnahme des Rechts-Links-Shunts auf etwa 25%. Die Effektivität der HPV wird unter anderem durch Hypokapnie, Hyperoxämie Vasodilatoren, Inhalationsanästhetika (in höheren Konzentrationen) und hohe pulmonalarterielle Drücke beeinträchtigt (10) (vgl. Tab. 5). Auch chirurgische Manipulationen, die zu einer Freisetzung vasodilatierender Mediatoren führen, beeinträchtigen die HPV.

Bei behandlungsbedürftiger arterieller Hypoxämie unter Einlungenbeatmung empfiehlt sich in der Regel ein stufenweises Vorgehen (Tab. 6). Zunächst wird von maschineller auf manuelle Ventilation übergegangen, da das Gefühl des erfahrenen Anästhesisten für die Beatmungsmechanik wichtige Hinweise liefern kann und die manuelle Beatmung - vor allem in Kombination mit Blähmanövern - häufig eine rasche Besserung der arteriellen Oxygenierung ergibt. Ist Blähen erfolgreich, lag der Hypoxämie also eine Atelektasenbildung im Bereich der beatmeten Lunge zugrunde, sollte mit PEEP weiterbeatmet werden. Nicht alle Patienten profitieren von diesen Manövern, aber zur Zeit gibt es keine Indikatoren, die voraussagen lassen, bei welchen Patienten günstige Effekte zu erwarten sind (20). Selbstverständlich wird bei Hypoxämie die FiO_2 erhöht; man muß sich aber stets darüber im klaren sein, daß dies eine symptomatische Maßnahme ist und daß weiter versucht werden muß, die Ursache der schlechten Oxygenierung zu ergründen und - wenn möglich - kausal zu behandeln. Die häufigste Ursache für einen ungenügenden pulmonalen Gasaustausch unter Einlungenbeatmung ist eine Fehllage von DLT bzw. Bronchusblocker. Die fiberoptische Lagekontrolle der Atemwegsinstrumentierung ist daher die wichtigste diagnostische Maßnahme. Sind diese korrekt platziert und besteht die Hypoxämie fort, sollte versucht werden, die hypoxische pulmonale Vasokonstriktion zu optimieren (Tab. 5). Vor allem bei entsprechender Anamnese ist in dieser Situation (bei

Tabelle 5: Faktoren, die die HPV beeinträchtigen, und Gegenmaßnahmen

Faktor	Gegenmaßnahme
Hypokapnie	Normoventilation
Hyperoxämie	Reduktion der FiO_2
Vasodilatation	Reduktion von Vasodilantien
Inhalationsanästhetika	Reduktion der inspiratorischen Konzentration
hoher Pulmonalarterien- druck	(selektive) pulmonale Vasodilatation (z.B. NO-Inhalation)

Tabelle 6: Maßnahmen bei arterieller Hypoxämie unter Einlungenbeatmung

1. manuelle Beatmung
2. Blähen der ventilerten Lunge (Atelektasenrekutierung), PEEP zum Offenhalten der rekrutierten Alveolen
3. Erhöhung der FiO_2
4. Fiberoptische Lagekontrolle von DLT/Bronchusblocker
5. HPV-Optimierung
6. ggf. Bronchospasmolytika
7. CPAP auf OPseitiger Lunge

bronchospastischer Symptomatik auch schon früher) auch die Gabe von Bronchospasmolytika indiziert. Sind all diese Maßnahmen nicht ausreichend, bleibt nur die Rekrutierung der OPseitigen, kollabierten Lunge für den pulmonalen Gasaustausch, was natürlich eine Sichtfeldbeeinträchtigung impliziert. Dies kann durch intermittierende Beatmung geschehen. Eine besonders elegante Alternative besteht darin, die kollabierte Lunge nur etwas bzw. teilweise wiederzu-entfalten und mit reinem Sauerstoff unter leicht überatmosphärischen Druck (CPAP 2-3 mbar) in diesem Zustand zu halten.

Weitere typische, anästhesierelevante Komplikationen der Einlungenbeatmung und thorakoskopischer Eingriffe sind in Tabelle 7 gelistet. Da das Risiko einer intraoperativen Atelektasenbildung hoch ist (Seitenlagerung, Verlegung von carinanahen Bronchienabgängen durch die Atemwegsinstrumentation, ungenügende Reexpansion der kollabierten Lunge), müssen vorbeugend folgende Maßnahmen erfolgen: Reexpansion der kollabierten Lunge unter thorakoskopischer Kontrolle; erneutes Blähmanöver kurz vor Extubation, wobei sich die Tubusspitze deutlich oberhalb der Carina befinden soll.

Zur Einlungenbeatmung sind nicht alle Beatmungsgeräte geeignet. Ein geeignetes Gerät muß eine manuelle Ventilation ermöglichen, denn bei Beatmungs-

Tabelle 7: Anästhesierelevante, typische Komplikationen thorakoskopischer Eingriffe (12, 18, 22, 23, 24, 29)**Intraoperativ**

- Hypoxie unter Einlungenbeatmung
- Hypotension / HZV-Reduktion bei Capnothorax
- Arrhythmien (z.B. vasovagaler Reflex)
- Blutung
- Luftembolie (bei Capnothorax, Spontanatmung)

Postoperativ

- bronchopleurale Fistel (Pneumothorax, Hautemphysem, Mediastinalemphysem)
- Dys-, Atelektase
- interstitielles Lungenödem
- Pneumonie
- Pleuraerguß/Chylothorax
- Blutung

problemen ist die manuelle Ventilation der maschinellen unbedingt vorzuziehen. Ferner muß die Möglichkeit bestehen, zur Wiederentfaltung der kollabierten Lunge über 10-15 Sekunden einen Atemwegsdruck im Bereich von 30-50 mbar zu erzeugen, um die kollabierte Lunge komplett zu entfalten. Insbesondere bei Emphysemlungen sind druckkontrollierte Ventilatoren mit einem hohen Frischgasfluß erforderlich (> 60 l/Min.), da bei Beendigung des Eingriffs häufig noch signifikante Fisteln vorhanden sind, die eine ausreichende Ventilation mit volumenkontrollierten Modi bzw. ungenügendem Frischgasfluß unmöglich machen (2).

Hochfrequenz-Ventilation

Bei operativen Maßnahmen in der Nähe des Mediastinums kann die Bewegung des Mediastinums im Beatmungsrhythmus das operative Vorgehen stören; die Exkursionsweite liegt im Bereich von 1-2 cm. Bei Anwendung von Hochfrequenz-Beatmungstechniken treten diese Exkursionen nicht auf; statt dessen vibriert das Mediastinum im Hochfrequenztakt. Im Gegensatz zur konventionellen maschinellen Beatmung werden bei der Hochfrequenz-Ventilation sehr kleine Atemzugvolumina (< 2 ml/kg) und sehr hohe Frequenzen (40-400 Atemzüge/Min.) eingesetzt. Wichtig ist die korrekte Platzierung des Beatmungskatheters in der Nähe der Carina, da sonst die Kohlendioxidelimination beeinträchtigt wird. Da die Expiration passiv erfolgt, steigt mit höheren Beatmungsfrequenzen auch die Gefahr des sogenannten "Air-trappings", also des unvollständigen Ausatmens und damit auch die Gefahr eines Barotraumas, insbesondere bei Patienten mit einer obstruktiven Lungenerkrankung. Eine Sicherheitsabschaltung der Beatmung bei Drücken über 40 cm H₂O versucht, dieser Gefahr zu begegnen.

Eine Messung der üblichen Beatmungsparameter ist bei dieser Form der Beatmung nur mit großem technischem Aufwand möglich, so daß neben der Pulsoximetrie die regelmäßige Entnahme von Blutgasanalysen, insbesondere bei längerdauernden Eingriffen, die einzig zuverlässige Überwachungsmöglichkeit der Beatmung darstellt.

Auf Grund sehr hoher Frischgasflußraten zwischen 20 und 60 l/Min. stellt eine adäquate Atemgasbefeuchtung ein großes Problem dar. Insbesondere die Anfeuchtung der kleinen Luftwege ist bei den meisten Jet-Generatoren noch nicht zufriedenstellend gelöst. Je nach operativen Erfordernissen können durch eine kombinierte Einlage eines normalen Endotrachealtubus und eines Jet-Katheters beide Beatmungsformen abwechselnd eingesetzt werden. Vor allem die Probleme der Überwachung und der Atemgasklimatisierung können so intermittierend gelöst werden. Andererseits kann bei schwierigen operativen Phasen die Jet-Ventilation helfen, Sicht- und Bewegungshindernisse zu beseitigen.

Anästhesieführung

Bei der Anästhesieführung ist vor allem zu berücksichtigen, daß während Einlungenbeatmung die Effektivität der hypoxischen pulmonalen Vasokonstriktion möglichst wenig beeinträchtigt wird und daß eine rasche Aufwachen aus dem Toleranzstadium möglich ist. Eine schlecht steuerbare, "tiefe" Anästhesie (Verwendung von Benzodiazepinen, Opioiden und Muskelrelaxantien mit langer Halbwertszeit) kann bei rascher Beendigung der Operation und geringem Schmerz-Stimulus andernfalls zur Nachbeatmung zwingen.

Zur Basisanästhesie werden daher Inhalationsanästhetika (Lachgas und halogenierte Kohlenwasserstoffe) eingesetzt. In expiratorischen Konzentrationen bis zu einem MAC tritt weder mit Halothan oder Isofluran noch mit Enfluran eine klinisch relevante Beeinträchtigung der hypoxischen pulmonalen Vasokonstriktion auf (4, 8). Vorteilhaft ist die Unterdrückung bronchospastischer Reaktionen durch die halogenierten Kohlenwasserstoffe. Lachgas sollte bei Emphysemlungen wegen der Rupturgefahr nicht eingesetzt werden (6).

Die Inhalationsanästhesie wird durch Opiode in einer dem Schmerz-Stimulus angemessenen, niedrigen Dosierung ergänzt. Eine Alternative zur inhalationsanästhetikabetonten Narkose stellt die totale intravenöse Anästhesie mit kurzwirksamen Hypnotika und Opioiden dar.

Wenn negative Effekte einer Überdruckbeatmung zu befürchten sind (vgl. Anästhesietechniken) sollte auch die Anästhesieinduktion unter Spontanatmung erfolgen. Geeignete Anästhesieinduktionstechniken mit niedrigem Apnoerisiko sind inhalative Narkoseinduktion mit Sevofluran oder Verwendung einer zielkonzentrationsgesteuerten Propofolinfusion (TCI)(28). Analgesie wird in diesen Fällen am besten über loko-

regionalanästhesiologische Verfahren erzielt. Zur Intubation insbesondere mit einem Doppellumentubus wird allerdings eine Muskelrelaxation erforderlich sein. Substanz der Wahl ist wegen der kürzesten Wirkdauer Succinylcholin; bei Kontraindikationen kommt von den nichtdepolarisierenden Muskelrelaxantien am ehesten Mivacurium in Frage.

Hin und wieder kommt es mit Initiierung der Einlungenbeatmung trotz exakter Platzierung der Luftwegsinstrumente nur zu einem stark verzögerten Kollaps der OPseitigen Lunge; Ursache ist meist ein Airtrapping bei bronchiolärer Obstruktion. In diesen Fällen kann ein moderater (Gefahren siehe oben) Capnothorax mit einer Druckbegrenzung von 5 cmH₂O das Sichtfeld verbessern (34); bei entsprechender Prädisposition (COPD) ist vor Beginn der Einlungenbeatmung eine mehrminütige Beatmung mit reinem Sauerstoff sinnvoll, da Sauerstoff schneller resorbiert wird als Stickstoff.

Beim Einsatz eines Lasers sind hohe Sauerstoffkonzentrationen in der Lunge des instrumentierten Hemithorax aus Sicherheitsgründen zu vermeiden; ist eine teilweise Expansion oder sogar Ventilation dieser Lunge erforderlich, dann sollte dies mit Raumluft geschehen, was ggf. ein zweites Beatmungsgerät erfordert (2).

Eine leichte Reexpansion der kollabierten Lunge am Ende der Operation kann dem Operateur die Identifikation von Luftlecks erleichtern, z.B. im Rahmen einer Laserablation von Emphysemlasen (2).

VATC bei pädiatrischen Patienten

In den letzten Jahren wurde vermehrt über die Anwendung der VATC im Rahmen der Behandlung kongenitaler Herzfehler auch bei kleinen Kindern sowie Neu- und Frühgeborenen berichtet (7, 21, 23). Häufig wird die VATC insbesondere für den Verschluss des persistierenden Ductus arteriosus Botalli eingesetzt, wobei diese Eingriffe zumeist in Zweilungenbeatmung durchgeführt werden (7, 23, 27). Für das anästhesiologische Management solcher Eingriffe sind neben dem Risiko einer akuten Blutung (Transfusionsbereitschaft!) die Auswirkungen der chirurgischen Manipulationen im Thorax bedeutsam. Experimentelle Untersuchungen zeigen, daß es bei der gegebenen ungünstigen Relation zwischen der Größe des chirurgischen Instrumentariums und des zur Verfügung stehenden intrathorakalen Operationsgebietes durch die operative Manipulation (Retraktion und Kompression von Lungenanteilen, Manipulation an den Gefäßen) zum Abfall des Herzzeitvolumens sowie zu Störungen des Gasaustausches kommen kann (35). Eine retrospektive Untersuchung an 45 pädiatrischen Patienten dokumentierte einen intraoperativen Abfall der pulsoxymetrischen Sauerstoffsättigung $> 5\%$ in 26,7% der Fälle, wobei insbesondere sehr kleine Patienten mit einem mittleren Gewicht von 3,2 kg betroffen waren (23). In allen Fällen wurde eine Besserung der Sauerstoffsättigung durch Rückzug des

Lungenretraktors und Blähen der Lungen erreicht (23). Für einen thorakoskopischen Eingriff an kardiopulmonal eingeschränkten kleinen Kindern sollten daher die möglichen Vorteile des minimal-invasiven Vorgehens gegen das Risiko einer Verschlechterung der kardiopulmonalen Situation sorgfältig abgewogen werden. Ebenso sollte das Monitoring bei Eingriffen mittels VATC so ausgewählt sein, daß eine frühzeitige Erfassung einer derartigen Komplikation gewährleistet ist.

Postoperative Phase

Thorakoskopische Eingriffe verursachen weniger postoperative Schmerzen als vergleichbare Eingriffe unter Thorakotomie und sollen zudem eine geringere postoperative respiratorische Dysfunktion verursachen (9, 32). Nicht zu vernachlässigen sind aber insbesondere Schmerzen durch intraoperativ eingelegte Pleuradrainagen.

Für die Behandlung postoperativer Schmerzen ist in den meisten Fällen die Kombination von parenteral verabreichten Opioiden (z.B. Piritramid, Pethidin) mit NSAIDs in den üblichen Dosierungen ausreichend. Bei ausgedehnteren Eingriffen mit schwereren postoperativen Schmerzen sollte die präoperative Anlage eines Periduralkatheters zur postoperativen patientenkontrollierten Analgesie (PCEA) erwogen werden. Alternativ zur PCEA bietet sich die patientenkontrollierte intravenöse Analgesie (PCIA) mit Opioiden an. Beschrieben wurde auch die postoperative Analgesie mittels Lokalanästhetikagabe über intrapleurale platzierte Katheter, die intraoperativ unter Sicht mittels Instrumentieroptik paravertebral platziert werden (37). Zu diesem Verfahren existieren jedoch keine systematischen Untersuchungen.

Komplikationen nach thorakoskopischen Eingriffen sind neben Blutungskomplikationen vorwiegend pulmonaler Natur (Tab. 7).

Bronchopleurale Fisteln zählen zu den häufigsten Komplikationen nach VATC und können mit ausgedehnten Mediastinal- und Hautemphysemen einhergehen (9, 22, 26). Die Behandlung ist primär konservativ und dauert Tage bis mehrere Wochen. Darüber hinaus wird die Persistenz eines Pneumothorax durch ineffektive Drainagenlage mittels der routinemäßig durchgeführten postoperativen Thorax-Röntgenaufnahme ausgeschlossen.

Die wichtigsten pathogenetischen Faktoren für eine Atelektasenbildung sind der Bronchusverschluss durch Blut- oder Sekretansammlung sowie eine falsche Lage des Doppellumentubus mit ungenügender Belüftung des rechten Oberlappens. Zur Atelektasenprophylaxe wird die Lunge vor Extubation gebläht und sorgfältig endotracheal abgesaugt. Bei Diagnose einer ausgedehnten postoperativen Atelektase ist zumeist eine umgehende Reintubation und bronchoskopische Absaugung des betreffenden Lungenareals indiziert. Allgemein wird zur Prophylaxe postoperativer Atelektasen die frühzeitige Anwendung physiotherapeutischer Maßnahmen empfohlen.

Ein postoperatives Lungenödem nach VATC kann hydrostatisch entstehen, wobei die während des Eingriffes abhängige Lunge betroffen ist, oder Ausdruck eines Kapillarschadens innerhalb eines reexpandierten Lungenanteils sein, wobei dann die nichtabhängige Lunge geschädigt ist. Ursache für das hydrostatische Lungenödem sind eine Zunahme des Blutflusses der abhängigen Seite sowie die Lage der abhängigen Lunge unterhalb der Vorhofebene. Das Reexpansionslungenödem entsteht typischerweise nach Entlastung eines ausgedehnten Pneumothorax oder eines großen Pleuraergusses, kann sich aber auch nach Reexpansion der nichtabhängigen Lunge im Anschluß an die Einlungenbeatmung entwickeln. Ursächlich für das Ödem soll eine bei der Lungenentfaltung auftretende Leukozytenaktivierung innerhalb des kollabierten Lungenanteils sein, welche durch Scherkräfte auf das Endothel oder auch durch das Ischämie-/Reperfusionseignis erklärt wird (15). Eine hohe Geschwindigkeit der Expansion fördert die Entstehung des Ödems, während die Dauer des Lungenkollaps zweitrangig ist (25). Es wird daher auch empfohlen, eine kollabierte Lunge langsam und schrittweise zu entfalten (25). Die Behandlung eines postoperativen Lungenödems nach VATC erfolgt nach den üblichen Behandlungskriterien mit Diuretika, Inotropika und bei schwerem Verlauf mit mechanischer Ventilation (evtl. seitengetrent) und PEEP. Bei lediglich röntgenologischem Nachweis ist dagegen keine spezifische Therapie erforderlich (25). Weitere gelegentlich beobachtete Komplikationen nach VATC sind Pleuraerguß, Empyem, sowie die Pneumonie. Diese Komplikationen treten aber in der Regel nicht während der ersten Stunden nach der Operation, und damit im direkten Einflußbereich des Anästhesisten, sondern erst im weiteren Verlauf auf.

Fazit

Von wenigen Besonderheiten abgesehen, entsprechen die Grundsätze der anästhesiologischen Betreuung bei VATC denen bei Eingriffen unter Thorakotomie. Der in der Anästhesie zur Thoraxchirurgie erfahrene Anästhesist besitzt demnach das Rüstzeug zur kompetenten Betreuung dieser Patienten. Man sollte sich jedoch immer bewußt sein, daß minimal-invasive Chirurgie auch bei VATC nicht minimales Risiko bedeutet.

Summary: In recent years, indications for video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) have been expanded. Today, anaesthesia for such interventions, which usually require one-lung ventilation, is daily routine for many anaesthesiologists. For the most part, preoperative patient evaluation, anaesthetic practice and postoperative care are managed following the guidelines for open chest-surgery. However, VATS may

carry an increased risk of surgical bleeding, and specific aspects have to be considered when thoracoscopic interventions are planned in children.

Key words:
Anaesthesia;
Chest;
Lung;
Complications;
One lung ventilation.

Literatur

1. Atwell SW: Major anomalies of the tracheobronchial tree. *Dis Chest* 52 (1967) 611
2. Barker SJ, Clarke C, Trivedi N, Hyatt J, Feynes M, Roessler P.: Anesthesia for thoracoscopic laser ablation of bullous emphysema. *Anesthesiology* 78 (1993) 44
3. Benumof JL, Partridge BL, Salvatierra C, Keating J.: Margin of safety in positioning modern double-lumen endotracheal tubes. *Anesthesiology* 67 (1987) 729
4. Benumof JL, Augustine SD, Gibbons J.: Halothane and isoflurane only slightly impair arterial oxygenation during one-lung ventilation in patients undergoing thoracotomy. *Anesthesiology* 67 (1987) 910
5. Benumof JL.: Anästhesie in der Thoraxchirurgie (1992) Gustav Fischer Stuttgart 1992
6. Brodsky JB, Eggen M, Cannon WB.: Spontaneous pneumothorax in early pregnancy: successful management by thoracoscopy. *J Cardiothor Vasc Anesth* 7 (1993) 585
7. Burke RP, Wernovsky G, Van der Velde M, Hansen D, Castaneda AR. J.: Thorac Cardiovasc Surg 109 (1995) 499
8. Carlsson AJ, Hedenstierna G, Bindslöv L.: Hypoxia-induced vasoconstriction in human lung exposed to enflurane anesthesia. *Acta Anesthesiol Scand* 31 (1987) 57
9. Dieter RA, Kuzycz GB.: Complications and contraindications of thoracoscopy. *Int Surg* 82 (1997) 232
10. Eisenkraft JB: Effects of anaesthetics on the pulmonary circulation. *Br J Anaesth* 65 (1990) 63
11. Empey DW, Laitinen LA, Jacobs L, Gold WM, Nadel JA.: Mechanisms of bronchial hyperreactivity in normal subjects after upper respiratory tract infection. *Am Rev Resp Dis* 113 (1976) 131
12. Eypasch E, Spangenberg W, Troidl H.: Endoskopische Zugänge an Thorax und Abdomen. *Chirurg* 63 (1992) 777
13. Faurschou P, Madsen F, Viksum K.: Thoracoscopy: influence of the procedure on some respiratory and cardiac values. *Thorax* 38 (1983) 341
14. Ginsberg R.J.: New technique for one-lung anesthesia using an endobronchial blocker. *J Thorac Cardiovasc Surg* 82 (1981) 542
15. Goldman G, Welbourn R, Rothlein R, Wiles M, Kobzik L, Valeri CR, Shepro D, Hechtman B.: Adherent neutrophils mediate permeability after atelectasis. *Ann Surg* 216 (1992) 372
16. Green DT, Hughes NJ, Browne G.: Anaesthesia for a patient undergoing thoracoscopic assisted trans-hiatal oesophagectomy. *Eur J Anaesth* 12 (1995) 483
17. Hall JC, Tarala RA, Hall JA, Mander J.: A multivariate analysis of the risk of pulmonary complications after laparotomy. *Chest* 91 (1991) 923
18. Inderbitzi R, Furrer M, Striffeler H.: Die operative Thorakoskopie - Indikationen und Technik. *Chirurg* 63 (1992) 334

19. Jones DR, Graeber G, Tangulig GG, Hobbs G, Murray GF: Effects of insufflation on hemodynamics during thoracoscopy. *Ann Thorac Surg* 55 (1993) 1375
20. Katz JA, Lavern RG, Fairley HB: Pulmonary oxygen exchange during endobronchial anesthesia - effect of tidal volume and PEEP. *Anesthesiology* 56 (1982) 164
21. Laborde F, Folliquet TA, Etienne PY, Carbognani D, Batisse A, Petrie J: Video-thoracoscopic surgical interruption of patent ductus arteriosus: routine experience in 332 pediatric cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 11 (1997) 1052
22. Landreneau RJ, Hazelrigg SR, Ferson PF, Johnson JA, Nawarawong W, Boley TM, Curtis JJ, Bowers CM, Herlan DB, Dowling RD: Thoracoscopic resection of 85 pulmonary lesions. *Ann Thorac Surg* 54 (1992) 415
23. Lavoie J, Burros FA, Hansen DD: Video-assisted thoracoscopic surgery for the treatment of congenital cardiac defects in the pediatric population. *Anesth Analg* 82 (1996) 563
24. Lewis RJ, Caccavale RJ, Sisler GF, Mackenzie JW: One hundred consecutive patients undergoing video-assisted thoracic operations. *Ann Thorac Surg* 54 (1992) 421
25. Mahfood S, Hix WR, Aaron BL, Blaes P, Watson DC: Reexpansion pulmonary edema. *Ann Thorac Surg* 45 (1988) 340-345
26. Mason CM, Krasna MJ, White SH: The role of radiologic imaging in diagnosing complications of video-assisted thoracoscopic surgery. *Chest* 113 (1998) 820
27. McGahren ED, Kern JA, Rodgers BM: Anesthetic techniques for pediatric thoracoscopy. *Ann Thor Surg* 60 (1995) 922
28. Millar FA, Hutchinson GL, Wood RAB: Anaesthesia for thoracoscopic pleurectomy and ligation of bullae. *Anaesthesia* 47 (1992) 1060
29. Ohri SK, Oswal SK, Townsend ER, Fountain SW: Early and late outcome after diagnostic thoracoscopy and talc pleurodesis. *Ann Thorac Surg* 53 (1992) 1038
30. Oldenburg FA, Newhouse MT: Thoracoscopy. A safe, accurate diagnostic procedure using the rigid thoracoscope and local anesthesia. *Chest* 75 (1979) 45-50
31. Peden CJ, Prys-Roberts C: Capnothorax: implications for the anaesthetist. *Anaesthesia* 48 (1993) 664
32. Plummer S, Hartley M, Vaughan RS: Anesthesia for tele-scopic procedures in the thorax. *Br J Anesth* 80 (1998) 223
33. Robinson RJS, Slinger P, Mulder DS, Shennib H, Benumof JL, Rehder K: Video-assisted thoracoscopic surgery using a single-lumen tube in spontaneously ventilating anesthetized patients: an alternative anesthetic technique. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 8 (1994) 693
34. Rowes R, Andropoulos D, Heard M, Johnson K, DeCampi W, Idowu O: Anesthetic management of pediatric patients undergoing thoracoscopy. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 8 (1994) 563
35. Sielenkämper AW, Meyer J, Loick HM, Hachenberg T: Thoracoscopic interruption of patent ductus arteriosus compromises cardiopulmonary function in newborn pigs. *Anesth Analg* 87 (1998) 1037
36. Slinger PD: Fiberoptic bronchoscopic positioning of double-lumen tubes. *J Cardiothorac Anesth* 3 (1989) 486
37. Soni AK, Conacher ID, Waller DA, Hilton CJ: Video-assisted thoracoscopic placement of paravertebral catheters: a technique for postoperative analgesia for bilateral thoracoscopic surgery. *Br J Anaesth* 72 (1994) 462
38. Veil R: Selective bronchial blocking in a small child. *Br J Anaesth* 41 (1969) 453
39. Warner MA, Offord KP, Warner ME, Lennon RL, Conover MA, Jansson-Schumacher U: Role of preoperative cessation of smoking and other factors in postoperative pulmonary complications: a blinded prospective study of coronary artery bypass patients. *Mayo Clin Proc* 64 (1989) 609.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Thomas Prien
Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und
operative Intensivmedizin
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
D-48129 Münster.

Deutscher Anästhesiekongreß 1999

Industrieforum „Beatmung und Analgesie des Intensivpatienten“

Veranstaltung der Janssen-Cilag GmbH, Neuss

Donnerstag, 06.05.1999, 13.00 - 15.00 Uhr, Rhein-Main-Hallen Wiesbaden

Moderation: Prof. Dr. med. J. Scholz, Hamburg

Experten: Dr. Dr. med. G. Brodner, Münster
PD Dr. med. M. Sydow, Göttingen
PD Dr. med. H. P. Tonner, Hamburg
PD Dr. med. J. Zander, Dortmund