

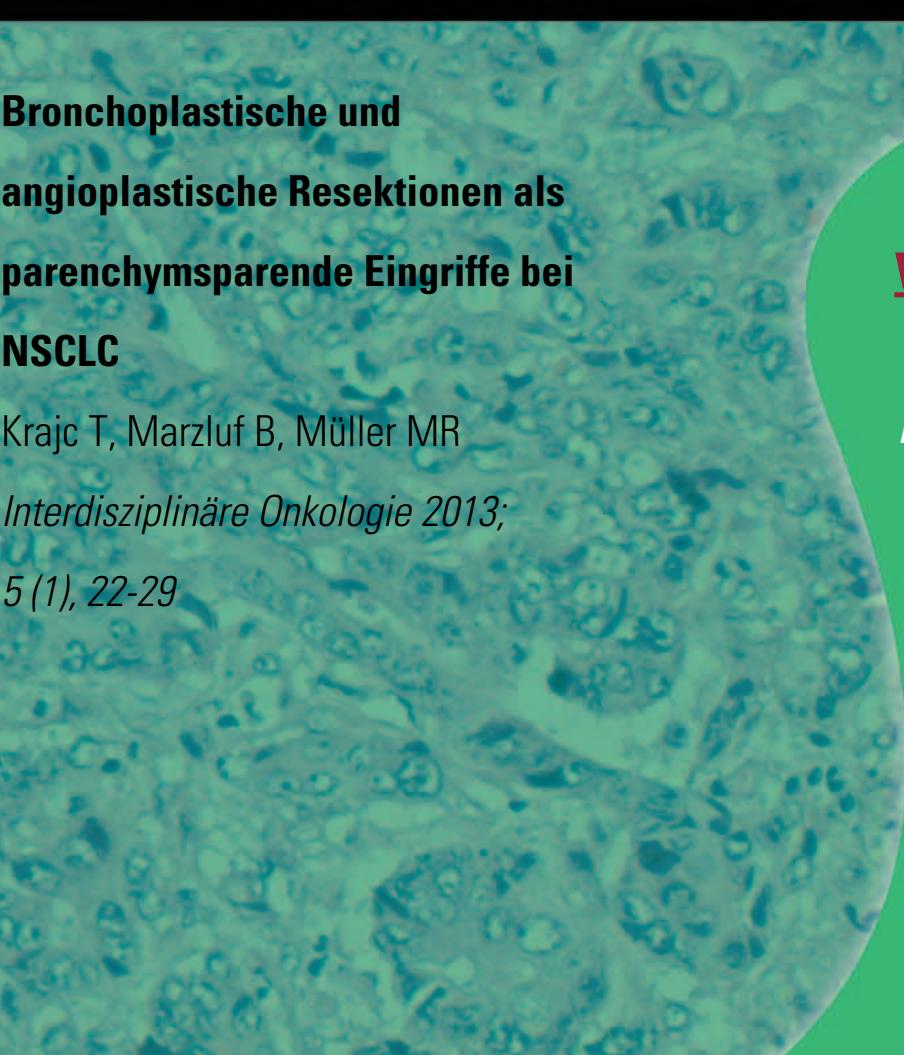
INTERDISZIPLINÄRE ONKOLOGIE

Offizielles Organ der Österreichischen Gesellschaft für Chirurgische Onkologie

**Bronchoplastische und
angioplastische Resektionen als
parenchymsparende Eingriffe bei
NSCLC**

Krajc T, Marzluf B, Müller MR

Interdisziplinäre Onkologie 2013;
5 (1), 22-29



Homepage:

www.kup.at/acoasso

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**



Bronchoplastische und angioplastische Resektionen als parenchymsparende Eingriffe bei NSCLC

T. Krajc, B. Marzluf, M. R. Müller

Kurzfassung: Broncho- und angioplastische Resektionen sind heutzutage standardisiert als parenchymsparende Resektionen nicht nur für funktionell limitierte Patienten, sondern auch zur bestmöglichen Erhaltung der Lebensqualität bei Patienten, die grundsätzlich auch eine Pneumonektomie tolerieren würden.

Ein Review der Literatur umfasst die Indikationen, pathophysiologischen Vorteile und technischen Aspekte bronchoplastischer Resektionen.

Die Heilung der bronchialen Anastomose nach radikaler mediastinaler Lymphadenektomie und Indikationen und Techniken zur Protektion ischämiegefährdeter Anastomosen werden diskutiert. Isolierte angioplastische Resektionen der Pulmonalarterie und kombinierte Eingriffe („double sleeve“) werden besprochen sowie der Einfluss einer Induktionstherapie auf Radikalität und Sicherheit von Manschettenresektionen. Chirurgische Aspekte wie 30-Tages-Mortalität und -Morbidität sowie onkologische Faktoren wie Lokalrezidivrisiko, Überlebenszeiten und Einfluss des

N-Stadiums nach Manschettenresektion werden den Ergebnissen nach Pneumonektomie gegenübergestellt.

Auf Basis der bestehenden Literatur werden die Empfehlungen zum chirurgischen Vorgehen bei resektablem zentralem NSCLC zusammengefasst.

Schlüsselwörter: bronchoplastische Resektion, angioplastische Resektion, NSCLC

Abstract: **Bronchoplastic and Angioplastic Resections as Parenchyma-Sparing Procedures for NSCLC.** Bronchoplastic and angioplastic resections have become standardized as parenchyma-sparing operations not only for functionally limited patients, but also as quality-of-life-preserving procedures for patients who could undergo radical pneumonectomy.

This review of the current literature includes indications, pathophysiologic advantages, and technical aspects of sleeve and wedge bronchoplastic resections.

Special attention is being paid to bronchial anastomosis healing after radical mediastinal lymph node dissection, and the possibilities and necessity of wrapping or buttressing the ischemic bronchial anastomosis. Isolated resections of the pulmonary artery as well as combined double-sleeve procedures are examined, along with the influence of neoadjuvant treatment on sleeve resection safety and radicality. Surgical (30-day mortality and anastomotic complication rate) and oncological (local recurrence rate, overall survival, and the impact of nodal status) aspects of sleeve resections are clarified in comparison to pneumonectomy.

Based on the review, recommendations for surgical strategy in approaching centrally located resectable NSCLC are summarized.

Interdisz Onkol 2013; 2 (1): 22–9.

Key words: bronchoplastic resection, angioplastic resection, NSCLC, non-small cell lung cancer

■ Definition

Broncho- bzw. angioplastische Resektionen beschreiben ein breites Spektrum von Eingriffen an den Haupt- oder Lobärbronchien bzw. den entsprechenden pulmonalarteriellen Gefäßen, wobei Bronchus oder Pulmonalarterie reseziert und rekonstruiert werden, was in der Regel mit einer konkomitanten anatomischen Parenchymresektion einhergeht [1].

■ Einführung

Die Erstbeschreibung einer bronchoplastischen Operation erfolgte nach unserem Wissen 1956 durch Price Thomas [2], wobei es sich damals um ein Bronchialadenom handelte. Zur Therapie des Bronchialkarzinoms wurde diese Technik offiziell erst 1952 von Allison beschrieben [3]. Im Rahmen einer Konferenzdiskussion im Jahre 1993 berichtete Harold Urschel Jr. jedoch, dass die erste Bronchoplastik bei Lungenkarzinom bereits Ende der 1940er-Jahre von seinem Kollegen Robert Shaw durchgeführt worden war [4]. Unabhängig von ihrem historischen Werdegang sind bronchoplastische Resektionen heute jedoch als sehr wichtige, radikale parenchymsparende Eingriffe in der chirurgischen Therapie des Bronchialkarzinoms etabliert.

■ Indikationen

Die Indikation für eine broncho- oder angioplastische Resektion besteht bei Tumoren, die am Abgang eines Lobärbronchus wachsen und sich in den angrenzenden Hauptbronchus ausbreiten oder die den Zwischenbronchus oder proximalen Unterlappenbronchus involvieren. Zudem stellt sich die Indikation bei Tumoren mit positiven N1-Lymphknoten, wenn die Lymphknoten die Bronchialwand im Bereich der Oberlaparcarina bzw. die Pulmonalarterie in diesem Bereich infiltrieren.

Alle genannten Indikationen (Involvierung des zentralen Lobär- oder Hauptbronchus, direkte Invasion in die Pulmonalarterie sowie infiltrativ wachsende N1-Metastasen) waren früher typische Indikationen für eine Pneumonektomie [5].

■ Pneumonektomie vs. Sleeve-Lobektomie

Sleeve-Lobektomie

Die Sleeve-Lobektomie (Lobektomie mit bronchialer, vaskulärer oder bronchovaskulärer Manschettenresektion [Abb. 1, 2]) hat im Vergleich zur Pneumonektomie bedeutende physiologische Vorteile:

- Reduktion der operativen Mortalität und Verbesserung der Lebensqualität [6]: Die kurzfristigen Ergebnisse nach Sleeve-Lobektomie sind unabhängig von der kardiopulmonalen Reserve äquivalent zur Pneumonektomie.
- Erhaltung von funktionellem Parenchym [7, 8]: Die durchschnittliche postoperative Reduktion des FEV1 war bei Sleeve-Lobektomie nur 170 ml (ca. 10 %) im Vergleich zu 620 ml (ca. 30 %) bei Pneumonektomie [9, 10].

Eingelangt und angenommen am 4. September 2012

Aus der Abteilung für Thoraxchirurgie, Otto-Wagner-Spital, Wien

Korrespondenzadresse: Dr. med. Tibor Krajc, PhD, Lungenchirurgie, Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner Höhe – Otto-Wagner-Spital, A-1145 Wien, Baumgartner Höhe 1; E-Mail: tibor.krajc@wienkav.at

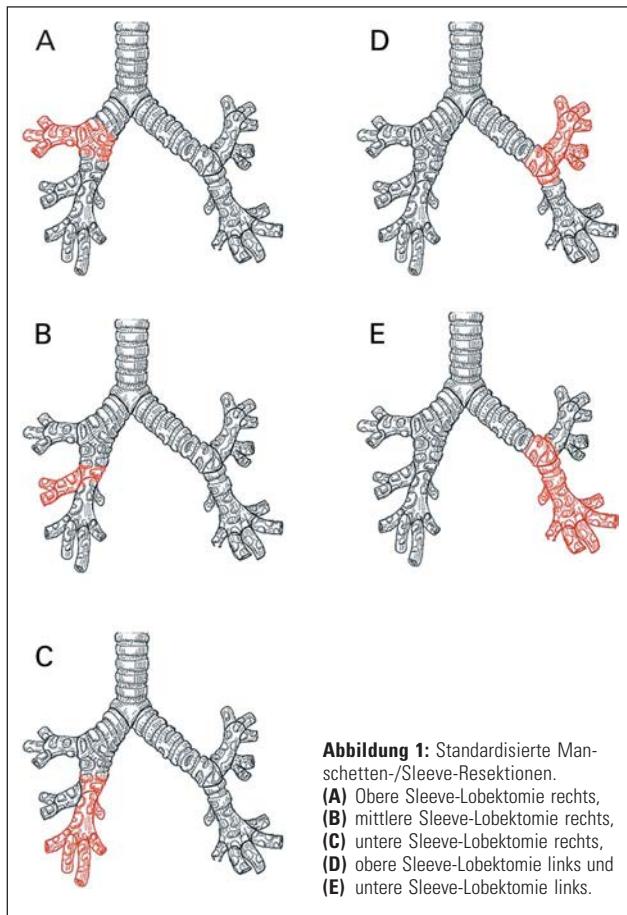


Abbildung 1: Standardisierte Manschetten-/Sleeve-Resektionen.
(A) Obere Sleeve-Lobektomie rechts,
(B) mittlere Sleeve-Lobektomie rechts,
(C) untere Sleeve-Lobektomie rechts,
(D) obere Sleeve-Lobektomie links und
(E) untere Sleeve-Lobektomie links.

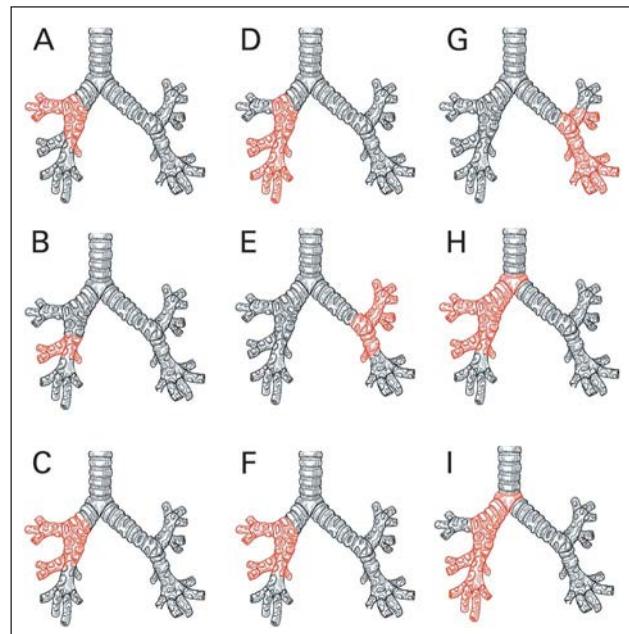


Abbildung 2: Mögliche erweiterte Manschetten-/Sleeve-Resektionen. **(A)** Obere Sleeve-Lobektomie + S6 rechts, **(B)** mittlere Sleeve-Lobektomie + S6 rechts, **(C)** obere Sleeve-(-bi-) Lobektomie rechts, **(D)** untere Sleeve-(-bi-) Lobektomie rechts, **(E)** obere Sleeve-Lobektomie + S6 links, **(F)** obere Sleeve-(-bi-) Lobektomie + S6 rechts, **(G)** untere Sleeve-Lobektomie links, **(H)** obere Sleeve-(-bi-) Lobektomie + S6 + Carinaresektion rechts, **(I)** untere Sleeve-(-bi-) Lobektomie + Carinaresektion rechts.

- Bei Auftreten eines zweiten Primärtumors in der Restlunge (4–12 %) besteht die Möglichkeit einer weiteren anatomischen Resektion (4–12 %) [9, 11–13].
- Bei endobronchialen Tumoren kann eine bronchoplastische Resektion die Funktion der Restlappen mit verbesserter Ventilation und Perfusion wiederherstellen [14].

Bei Patienten mit limitierter kardiopulmonaler Reserve sind die langfristigen Ergebnisse nach Sleeve-Resektionen schlechter als bei Patienten, die für eine größere Resektion geeignet sind (höhere Mortalität [15] und kürzere Überlebenszeiten [16]). Dieser Umstand ist aber eher dem schlechteren Allgemeinzustand dieser Patienten mit entsprechend höherer allgemeiner Mortalität anzurechnen als der parenchymsparenden Operationsmethode.

Pneumonektomie

Die Pneumonektomie ist eine Krankheit an sich („*Pneumonectomy is a disease by itself.*“ – Harold C. Urschel Jr.) [17], die folgende potenzielle Komplikationen mit sich bringt [9, 18]:

- Bronchopleurale Fistel und postpneumonisches Empyem
- Postpneumonektomie-Lungenödem (4–5 %)
- Langfristige kardiovaskuläre und respiratorische Folgen des Mediastinalshifts (Postpneumonektomie-Syndrom)
- Chronische Rechtsherzbelastung durch erhöhten Gefäßwiderstand der Lunge

Die Pneumonektomie wurde in diversen Studien als unabhängiger Prädiktor für ein schlechteres Überleben identifiziert

[19, 20]: Eine Pneumonektomie in den Stadien T1N0 oder T2N0 des NSCLC hat einen stark negativen Einfluss auf das Überleben [19]. Die 30-Tage-Mortalität nach Pneumonektomie liegt bei 6 % und nach einigen Literaturquellen deutlich darüber, jene der Lobektomie im Vergleich nur bei 2 % [21]. Zudem ist die Lebensqualität nach Pneumonektomie im Vergleich zur Lobektomie signifikant schlechter [22].

Im Stadium II (N1) bietet eine linksseitige Pneumonektomie nach manchen Literaturangaben zwar einen Überlebensvorteil sowie eine bessere lokale Tumorkontrolle als eine Lobektomie, für die rechtsseitige Pneumonektomie geht dieser Vorteil jedoch durch die damit verbundene Morbidität verloren [23].

■ Sleeve-Resektion (Manschettenresektion)

Bei bronchoplastischen Resektionen erfolgt die Entfernung eines zentral sitzenden Tumors durch radikale Exzision des betroffenen Bronchial- bzw. Gefäßabschnitts *en bloc* zusammen mit dem entsprechenden Lungenlappen mit anschließender Rekonstruktion der Luftwege bzw. Gefäße. Wird der intraoperativ belassene Bronchus nicht vollständig durchtrennt, wird die Technik als Keilresektion („Wedge-Bronchoplastik“) bezeichnet, bei kompletter Durchtrennung als Manschettenresektion („Sleeve-Bronchoplastik“). Am häufigsten wird eine obere Sleeve-Lobektomie rechts durchgeführt, weniger häufig sind obere oder untere Sleeve-Lobektomien links, Sleeve-Lobektomien des Mittellappens (mit oder ohne apikales UL-Segment) und die untere Sleeve-Lobektomie rechts.

Als erweiterte Sleeve-Resektionen werden Eingriffe bezeichnet, bei denen anatomisch mehr als ein Lappen broncho-

plastisch entfernt wird. Es kann dabei zusätzlich entweder ein Lappen oder auch nur ein Segment reseziert werden: Obere und untere Sleeve-Bi-Lobektomie, Sleeve-Lobektomie rechter oder linker Oberlappen mit S6, Sleeve-Lobektomie linker Unterlappen mit S4 + S5, Sleeve-Lobektomie des Mittellappens mit S6.

Im Ausnahmefall kann auf der rechten Seite bei zentralen Tumoren mit Infiltration der distalen Trachea eine Manschettenlobektomie gemeinsam mit einer Plastik der Hauptcarina erforderlich sein. Erweiterte Sleeve-Resektionen werden in der Literatur selten beschrieben, wobei häufig kombinierte bronchoplastische Resektionen (78 %) durchgeführt wurden. Auch in diesen Fällen erscheint die lokale Tumorkontrolle bei R0-Resektion akzeptabel (8,7 % Lokalrezidive) [24, 25].

Operative Technik

Allgemeines

Nach Einleitung der Anästhesie wird eine intraoperative Kontroll-Bronchoskopie empfohlen, um die genaue Lokalisierung und das Ausmaß der Tumorerkrankung nochmals festzustellen. Die Beatmung des Patienten erfolgt danach wie üblich über einen Doppelklemmentubus.

Das operative Vorgehen bei bronchoplastischen Resektionen ist weitgehend analog einer standardisierten Lobektomie, bei der zunächst üblicherweise die versorgenden Gefäße abgesetzt werden und als letzter Schritt der Lobektomie der bronchiale Akt erfolgt. Bei grenzwertiger Lungenfunktion und Sättigungseinbrüchen während der Resektion ist eine gute Kooperation mit der Anästhesie besonders wichtig. Zur Wahrung einer ausreichenden Oxygenierung können intermittierende Beatmungsphasen erforderlich werden, wobei die bronchiale Rekonstruktion in Apnoephänen erfolgen kann. Alternativ hat sich die Hochfrequenzjetventilation in diesen Situationen sehr bewährt, wobei über einen dünnen Jetkatheter die zu operierende Lunge hochfrequent mit angepasstem Fluss mitbeatmet werden kann, ohne die Resektion und Rekonstruktion nennenswert zu behindern. Dieses Verfahren ist besonders bei zentralen Resektionen und Carinaresektionen die bessere Alternative zur traditionelleren „cross-field intubation“ [26].

Einige Autoren empfehlen eine bronchoskopische Kontrolle intraoperativ sowie 7–10 Tage nach dem Eingriff. Wir überprüfen die Anastomose intraoperativ, postoperativ jedoch nur bei klinischer Notwendigkeit, wie Sekretobstruktion, Atelektase oder Dystelektase bzw. prolongierter Luftfistel. Weitere Kontrollen sind im Rahmen der onkologischen Nachsorge nach 3 Monaten und danach jährlich indiziert [1].

Bronchiale Naht

Um eine unkomplizierte Anastomosenheilung zu erreichen, sind einige Grundprinzipien zu beachten:

- Onkologisch komplettte Resektion
- Spannungsfreie Naht
- Erhaltung der bronchialen Blutversorgung

Alle in der Literatur beschriebenen Nahttechniken (1–3 fortlaufende Nähte, Einzelnähte am kartilaginösen und fortlaufend am membranösen Teil oder auch umgekehrt) können

ohne signifikanten Unterschied erfolgreich angewendet werden [27–32]. Wichtig ist es, ein monofiles resorbierbares Material zu verwenden, wie z. B. PDS, Biosyn oder Maxon.

Eine Bronchus Anastomose in der gewohnten Nahebeziehung zur Pulmonalarterie lässt sich mit fortlaufender Naht üblicherweise bequemer durchführen als mit anderen Nahttechniken. Bei gleichzeitiger Angioplastik bzw. arterieller Sleeve-Resektion vermeiden viele Autoren den direkten Kontakt des Knotens mit dem Bereich der arteriellen Anastomose [33].

Inkongruente Lumina

Bei relevanten Größenunterschieden zwischen beiden zu anastomosierenden Bronchialstümpfen gibt es mehrere technische Möglichkeiten, um die Lumina aneinander anzupassen. Üblicherweise können durch Anpassung der Stichabstände an den beiden Stümpfen selbst größere Kalibersprünge gemeistert werden. Alternativen dazu sind die Raffung des membranösen Teils des größeren Stumpfes [34, 35] oder das schräge Absetzen des kleineren Bronchus zur Vergrößerung dessen Umfangs [36]. Bei relevanter Kaliberdiskrepanz im Rahmen einer unteren Manschettenresektion rechts erleichtert die Belassung eines Flanschs am Mittellappenbronchus die Naht [1]. Bei zu großen Kaliberunterschieden ist die Anlage einer Teleskop-Anastomose mit Intubation des kleineren in den größeren Bronchus möglich [37].

Entspannungsmanöver

Zur Entlastung einer unter Spannung stehenden Bronchialanastomose empfehlen sich 2 wichtige Manöver: Die generell und ausnahmslos zu empfehlende Durchtrennung des Ligamentum pulmonale und eine U-förmige Inzision des Perikards unterhalb der unteren Vene („pericardial release“). Auch die Mobilisierung der beiden Hauptbronchien und der distalen Trachea anterior und posterior unter Schonung der lateralen Gefäßversorgung erlaubt eine bessere Mobilität der Atemwege.

Bei linksseitiger Operation kann die Anlage der Anastomose schwierig sein, wenn der linke Hauptbronchus in der Tiefe des Operationsfeldes liegt. Eine rechtsseitige Intubation mit einem Endotrachealtubus nach Wilson erlaubt eine Verlagerung des rechten Hauptbronchus zur linken Seite, ohne dass der Tubus dabei geknickt wird [4].

Anastomosenheilung

Die Heilung der Bronchialanastomose nach Manschettenresektion unterliegt etwas anderen Gesetzmäßigkeiten als nach einer Lungentransplantation. Der anastomosierte Bronchus ist autolog, aber infolge der erforderlichen radikalen Lymphadenektomie deutlich devaskularisiert. Vor allem nach einer subkarinalen Lymphadenektomie kommt es zu einer relevanten Minderdurchblutung, weil die großen Bronchien versorgenden Bronchialarterien hauptsächlich durch diese Zone verlaufen [38]. Diese Devaskularisierung kann, verstärkt durch andere prädisponierende Faktoren wie Diabetes mellitus, Nikotinabusus sowie präoperative Chemo- und Strahlentherapie [39], zu einer postoperativen ischämischen Bronchitis (POIB) führen [40]. Eine vorangegangene Bestrahlung beeinflusst das peribronchiale vaskuläre Netzwerk wesentlich negativer als eine Chemotherapie [38].

Nach Durchtrennung des Bronchus verliert der distale Anteil seine antegrade Blutversorgung, lymphatische Drainage und vegetative (parasympathische) Innervation. Der distale Hauptbronchus und der erste Segmentbronchus weisen im Gegensatz zum proximalen Hauptbronchus und der Carina bronchopulmonale Anastomosen auf [41]. Kurzfristig kann also im Bereich der bronchialen Anastomose ein retrograder Blutfluss über einen Shunt zwischen den pulmonalen mit den systemischen Arterien entstehen. Bereits nach einem Tag kommt es jedoch zu einer dramatischen Abnahme der mukosalen Blutversorgung und zu einer Ischämie der bronchialen Anastomose, bis die systemische Blutversorgung nach etwa 2 Wochen wiederhergestellt ist [42].

Bei einem Bronchusstumpf nach Pneumonektomie spielt die Revaskularisierung eine noch bedeutendere Rolle, da es zum kompletten Verlust der Blutversorgung und somit in 2,35 % zur Nekrose kommt [43]. Im Gegensatz dazu besteht bei einer Bronchialanastomose zumindest eine Versorgung mit desoxygeniertem Blut aus der Peripherie. Die Wiederherstellung des mukosalen Blutflusses führt schließlich zur Anastomosenheilung [44, 45]. Eine Denudierung des Bronchus im Rahmen einer systematischen Lymphadenektomie kann, vor allem subkarinal, zu Komplikationen durch verspätete Anastomosenheilung führen. Experimentell [43] und teilweise auch klinisch [38] wurde eine Abhängigkeit der Häufigkeit von Anastomosenkomplikationen vom Ausmaß der Lymphadenektomie festgestellt.

Es obliegt dem Geschick und der Erfahrung des Chirurgen, das Dilemma einer ischämischen Anastomosenkomplikation zu vermeiden, dabei aber gleichzeitig eine komplett radikale Lymphadenektomie zu erzielen.

Verwendung von Flaps

Die ischämische Bronchusanastomose heilt also sekundär „von außen“. Diese sekundäre Vaskularisation kann beschleunigt werden, wenn die Anastomosenstelle Kontakt mit gut vaskularisiertem Gewebe hat. Mikroskopisch kann dann ein konfluierendes Einwachsen von Kapillaren in die Submukosa nachgewiesen werden, wobei sich eine gute Korrelation dieses Effekts mit der Prävention einer Stenose zeigt [41].

Verschiedene gestielte Gewebelappen werden daher zur Anastomosenabdeckung verwendet: interkostale Muskulatur, M. serratus ant., Omentum, perikardiales Fettgewebe, Thymus mit Fett, Lappen der A. thoracica interna, V. azygos usw.

Obwohl die Verbesserung der Revaskularisierung durch die Verwendung vitaler Flaps eindeutig nachgewiesen ist, gibt es interessanterweise keine Korrelation mit einer Abnahme der beobachteten Anastomosenkomplikationen. Mehrere Zentren benützen daher selbst nach neoadjuvanter Therapie keine Flaps und sind der Ansicht, dass es bei gewebeschonender Operationstechnik bei Anastomosen keinen Bedarf für einen zusätzlichen Schutz gibt [46]. Als Argument gegen Flaps werden oft auch die guten Erfahrungen in der Lungentransplantation sowie die anekdotische Ossifizierung von interkostalen Muskelflaps mit nachfolgender schwerer Stenose der Anastomose verwendet [47]. Eine „sanfte Behandlung“ des Bronchus ist aber bei NSCLC wegen der notwendigen Lymphadenektomie nicht

immer möglich, was die Erhaltung der Mikrozirkulation betrifft. Alle chirurgischen Maßnahmen, speziell nach Induktionsbehandlung, sollen daher so atraumatisch wie möglich erfolgen. Die Verwendung eines vitalen Flaps kann, vor allem bei Risikopatienten (z. B. nach neoadjuvanter Therapie), potenziell lebensbedrohliche Komplikationen verhindern helfen [48]. Ein Flap sollte aber nicht als „Pflaster“ auf eine primär schlecht angelegte oder undichte Anastomose missbraucht werden [1]. Manche Chirurgen reservieren die Option eines vaskularisierten Lappens für eventuelle Komplikationsfälle.

Wedge-Resektionen

Bei einer bronchialen Sleeve-Lobektomie (Manschettenresektion) wird die komplette Gefäßversorgung inklusive der lymphatischen Gefäße sowie die Innervation des Bronchus durchtrennt, was nicht nur zu einer lokalen Ischämie, sondern auch zu einem Mukosaödem sowie zu einer Abschwächung des Hustenreflexes und einem gestörten mukoziliären Transport führt und daher für eine Pneumonie prädisponiert.

Verfechter der Technik der Keilresektion berufen sich diesbezüglich auf den Vorteil einer ungestörten residualen Gefäß- und Nervenversorgung im Bereich der belassenen Gewebebrücke [49–51]. Es existieren jedoch nur vereinzelt Berichte, wonach die Keilresektion zu einer geringeren Rate an Anastomosenkomplikationen, Pneumonien und Lokalrezidiven führt. Der Nestor der bronchial-rekonstruktiven Chirurgie hat die Keilresektion aufgrund einer erhöhten Komplikationsrate wieder verlassen [36]. Je rigider die Bronchuswand und je kleiner der Keil, unter umso höherer Spannung steht die Naht und desto riskanter ist selbige. Park [51] empfiehlt daher eine tiefe Keilresektion mit einfacher extraluminaler Plikation eines manchmal nicht vermeidbaren Knicks, der intraluminal eine Obstruktion verursachen könnte. Bei hoher Bronchuswandrigidität ist eine Manschettenresektion insgesamt bequemer und sicherer [1].

■ VATS-Sleeve-Resektion

Die VATS-Lobektomie mit ihren Vor- und Nachteilen setzt sich immer deutlicher durch. Deswegen ist es keine Überraschung, dass heute auch broncho- und angioplastische Resektionen thorakoskopisch durchgeführt werden. Die erste VATS-Manschettenresektion eines linken Unterlappens wurde bei einem 15-jährigen Mädchen aufgrund eines mukoepidermoiden Karzinoms durchgeführt [52]. Weitere Fallberichtsammlungen wurden von Nakanishi [53] (5 Patienten) und Mahtabifard [54] (13 Patienten, auch mit NSCLC) publiziert. Berichte von so genannten „angioplastischen“ Resektionen per VATS beschreiben partielle Resektionen von $\frac{1}{8}$ – $\frac{1}{4}$ der Zirkumferenz der Arterie [55].

■ Sleeve-Segmentektomie

Die Prinzipien der Manschettenresektion können auch auf Segmentektomien angewendet werden. Okada berichtet von 16 Patienten mit kleinen, zentral liegenden Tumoren (hauptsächlich Plattenepithelkarzinome) bis 2 cm Größe mit N0–N1, bei denen erfolgreich Sleeve-Segmentektomien S1–S3 und S4 + S5 links sowie eine Sleeve-S6-Segmentektomie rechts und links durchgeführt wurden [56].

Obwohl eine N0-Situation für die Sleeve-Segmentektomie verständlicherweise die Idealsituation darstellt, vermutet der Autor, dass die Prognose bei positiven hilären N1-Lymphknoten neben dem Risiko von vermehrten lokalen Rezidiven infolge ungenügend radikaler Lymphadenektomie auch durch eine systemische Metastasierung beeinträchtigt wird.

■ Angioplastische Resektionen

Die Resektion der Pulmonalarterie – partiell mit direkter Naht oder mittels Patch-Angioplastik – ermöglicht analog zur Bronchoplastik eine radikale Entfernung zentraler Tumoren mit Erhaltung gesunden Lungenparenchyms. Sie kann mit (so genanntes „double sleeve“) oder auch ohne Bronchoplastik durchgeführt werden.

In der Literatur gab es früher wesentlich weniger Berichte über angioplastische als über bronchiale Sleeve-Resektionen, was vor allem auf die bisher im Vordergrund stehenden Bedenken bezüglich der verlässlichen Durchführbarkeit, Sicherheit, langfristigen Durchgängigkeit, onkologischen Radikalität sowie der Effekte auf die kardiopulmonale Situation zurückzuführen war [57]. In der Vergangenheit wurde vor allem über eine hohe Rate von pulmonalarteriellen Thrombosen nach tangentialer Resektion berichtet.

Aufgrund der unterschiedlichen Anatomie der linken und rechten Lunge wird eine Pulmonalarterienresektion (PAR) häufiger links erforderlich. Technisch wird die Pulmonalarterie zentral auspräpariert und angeschlungen, sodass eine temporäre Okklusion mittels Satinsky-Klemme oder Band durchgeführt werden kann. Eine periphere Okklusion kann mittels Klemmung der Pulmonalarterie weiter distal oder mittels zusätzlicher Klemmung der unteren Vene erreicht werden (Inflow- und Outflow-Okklusion) [58]. Danach wird die lokale Situation beurteilt und die notwendige radikale Resektion der Pulmonalarterie durchgeführt. Es ist präoperativ manchmal unmöglich festzustellen, ob eine PAR notwendig oder durchführbar ist, bis dies chirurgisch versucht wird [58]. Auch hierbei ist auf saubere Gefrierschnittlinien zu achten. Die Kontinuität der Pulmonalarterie wird mit einer 5-0-Prolene-Naht wiederhergestellt, entweder als Sleeve-Resektion mit End-zu-End-Anastomose, tangentialer Resektion oder als Patch-Angioplastik (meistens mit autologem Perikard). Bei separater Angioplastik ohne bronchiale Rekonstruktion kann ein Conduit aus Perikard oder PTFE verwendet werden. Sollte das Lumen nach Tumorentfernung um mehr als 20–30 % abnehmen, ist eine Sleeve-Resektion sicherer als eine Patchplastik. Nach retrograder Entlüftung der Anastomose kann die Anastomosennaht verknotet und die proximale Klemme entfernt werden. Bei „Double-sleeve“-Resektionen variiert die Reihenfolge der Anastomosen je nach Gegebenheit, häufig wird aber die Bronchus Anastomose zuerst angelegt.

Selten entsteht eine Situation, in der die untere Vene aufgrund einer Torquierung und eines „Kinkings“ thrombotisiert, wenn der Unterlappen sehr nach proximal gezogen wird. Dieses Problem kann mittels einer Transposition der unteren Vene auf dem Stumpf der oberen Vene behoben werden. Praktisch handelt sich dann um eine „extra-corporeal lung resection“ (ECLR), eine Lappenautotransplantation [59, 60]. In diesem

Fall wird eine niedrig dosierte systemische Heparinisierung mit 1500 IU empfohlen, um das Blutungsrisiko im Bereich der mediastinalen Lymphadenektomie niedrig zu halten [58].

Um das Risiko einer bronchoarteriellen Fistel zu minimieren, sollte ein Gewebeinterponat zwischen Arterie und Bronchus platziert werden, wenn die beiden Anastomosen nahe nebeneinander liegen oder der Bronchusstumpf in der Nähe der arteriellen Naht zu liegen kommt (Intercostalmuskel, „pericardial fat pad“ oder Omentum) [38].

■ Sleeve-Resektion nach Induktionstherapie

Eine präoperative Induktionstherapie erfolgt vor allem mit der Absicht, die chirurgische Intervention zu ermöglichen oder erleichtern, z. B. bei mediastinalen N2-, fraglich resektablen T3- oder T4-Tumoren, aber auch wenn die Lungenfunktion keine Pneumonektomie erlaubt [18].

Die desmoplastischen reaktiven Veränderungen im Hilus und Mediastinum können nicht nur die Präparation extrem mühsam und riskant machen, sondern erschweren auch die makro- und mikroskopische Identifikation der Grenze zwischen tumorösem und gesundem Gewebe [61]. Deswegen ist eine intraoperative histologische Untersuchung aller Resektionsränder notwendig.

In der Literatur wächst die Anzahl von Arbeiten über Sleeve- und Double-Sleeve-Resektionen nach neoadjuvanter Therapie [62]. Die negative Beeinflussung der Vaskularisierung durch die präoperative Chemotherapie und vor allem Radiotherapie legt eine routinemäßige Verwendung von Flaps nahe [61, 63].

Mehrere Zentren verwenden aber auch nach neoadjuvanter Therapie keine Flaps [46, 64] und berichten über keine Unterschiede bei Komplikationen. Generell sind die Komplikationsrate, Mortalität, Lokalrezidivrate und auch das Überleben [64] nach Sleeve- und Double-Sleeve-Resektionen durch eine neoadjuvante Therapie unbeeinflusst [45, 46, 63]. Diese Daten müssen jedoch vorsichtig interpretiert werden, weil die Fallzahlen klein und die genaue Wirkung einer Induktionstherapie nicht gänzlich bekannt sind [65]. Jedenfalls scheint die Prognose bei Bronchoplastik (Mortalität 1,4–4,5 %) besser zu sein als bei einer Pneumonektomie nach Induktion mit Mortalitäten zwischen 14 und 43 % [10, 65].

Da es angesichts der vorliegenden Daten unethisch wäre, eine randomisierte Studie unter Einschluss der Pneumonektomie durchzuführen [64], sollte man sich an die bestehenden Empfehlungen halten und eine Pneumonektomie nur dann durchführen, wenn eine radikale Resektion nicht anders erreichbar ist. Eine Hochrisiko-bronchoplastische Resektion ist definitiv besser als eine High-risk-Pneumonektomie [66].

■ Mortalität und Morbidität

Die 30-Tage-Mortalität nach Sleeve-Lobektomie liegt zwischen 2 und 5 %, im Vergleich zur Pneumonektomie mit 6–10 % [67]. Ein respiratorisches Versagen ist nach Sleeve-Lob-

ektomie deutlich seltener (1,7 %) als nach Pneumonektomie (7 %) zu beobachten [33]. Nach Double-Sleeve-Resektionen liegt die berichtete Mortalität in einem weiten Bereich von 0–17 %, was vermutlich an der Heterogenität der Populationen liegt [5].

Die fatalste Komplikation ist die bronchovaskuläre Fistel mit praktisch 100 % Mortalität (Inzidenz 0,47 % [57] bis 2,6 % [68]). Es gibt keine Arbeiten, die ihre Inzidenz nach Sleeve- und Double-Sleeve-Resektionen vergleichen würden.

Eine bronchopleurale Fistel tritt in 2–8,5 % auf [38, 65], im Vergleich zur Pneumonektomie mit 2,4–22 %. Eine Anastomosenstenose wird in 3–9 % beobachtet [21]. Die möglichen Interventionen reichen von Reanastomosierung mit zusätzlicher vitaler Deckung bis zu Komplettisierungspneumonektomien in > 13 %, die aber mit einer hohen Mortalität belastet ist (15,8 %) [69].

■ Lokalrezidivrate und Überlebenszeit nach Sleeve-Resektionen

Obwohl es in der Vergangenheit mehrere Regeln gab, wie breit der Sicherheitsabstand zum Tumor zu sein hat (1–2 cm), haben sich heute mikroskopisch saubere Resektionslinien (bei Sleeve-Resektion proximal und distal) im Bereich der Mukosa, aber auch peribronchial in der unmittelbaren Nähe der Anastomose als wichtigste Radikalitätskriterien etabliert [21, 68, 70]. Es scheint sogar, dass die Rate von Lokalrezidiven nach Sleeve-Lobektomien niedriger ist als nach Pneumonektomie (16,1 % vs. 27,8 % [71]). Eine andere Metaanalyse zeigte allerdings, dass die Definition eines Lokalrezidivs nicht eindeutig ist und dass Rezidive im Anastomosenbereich und in den lokalen Lymphknoten häufiger sind (20 %) als nach Pneumonektomie (10 %) [72]. Die Erklärung dafür wären 2 statt einem Bronchialresektionsrand und eine weniger aggressive peribronchiale Präparation. Okada [73] findet diesbezüglich keinen Unterschied (8 vs. 10 % nach Pneumonektomie). Lokoregionale Rezidive werden allgemein zwischen 5 und 51 % angegeben und diese Breite reflektiert die unklare Definition [65]. Frei interpretiert bedeutet dies eine bessere oder zumindest identische Lokalrezidivrate im Vergleich zur Pneumonektomie und dass die Sleeve-Lobektomie eine ausreichende lokale Kontrolle bietet [22]. Die Inzidenz von Lokalrezidiven steigt mit dem N-Stadium [74, 75]. Schwerwiegendere Auswirkung auf die Prognose hat jedoch im Endeffekt ein systemisches Rezidiv [10, 65]. Das 5-Jahres-Überleben nach Sleeve-Lobektomie im Vergleich zur Pneumonektomie war in der Metaanalyse von Ma [71] statistisch signifikant besser, aber nur im nodalen Stadium pN0 und pN1. Bei pN2 war der Unterschied nicht signifikant. Eine Metaanalyse von Ferguson [72] kam zu praktikableren Ergebnissen mit einer etwas besseren 5-Jahres-Überlebenszeit von 52,4 % nach Sleeve-Lobektomie vs. 48,7 % nach Pneumonektomie. Die Sleeve-Lobektomie war zusätzlich mit einer eindeutig besseren Lebensqualität (QALY) verbunden und kosteneffektiver. Patienten nach Pneumonektomie versterben öfter wegen interkurrenter Krankheiten, was auf die langfristigen, negativen kardiopulmonalen Auswirkungen nach Pneumonektomie hindeutet.

■ Einfluss des N-Stadiums auf die Prognose nach Sleeve-Resektion

Gegenwärtig gibt es keine Daten, die schlüssig belegen würden, dass größere Resektionen bessere Heilungsraten im Stadium II und III sichern [1], wobei die Pneumonektomie selbst als Mortalitätsrisikofaktor wirkt [67].

Das Stadium N1 umfasst eine heterogene Population mit unterschiedlichem Potenzial zu systemischer Dissemination [76]. Die meisten Publikationen finden ein N1-Stadium als keine Kontraindikation für eine Sleeve-Resektion [24, 65, 66, 77]. Auch bei Tumoren mit positiven interlobären N1-Lymphknoten wird heute die Lobektomie als ausreichend radikal bezeichnet [78]. Auf der anderen Seite existieren Studien, die N1-Positivität als prognostisch negativen Faktor für die Entstehung eines Lokoalrezidivs beschreiben [75].

Ein N2-Stadium signalisiert einen biologisch aggressiven Tumor in einem fortgeschrittenen Stadium, wobei die Prognose vor allem durch das Auftreten von Fernmetastasen bestimmt wird. Obwohl eine höhere Komplikationsrate nach Sleeve-Resektion bei pN2-Befall beschrieben wird [38, 74], dies eventuell durch aggressivere Lymphadenektomie mit konsekutiver Ischämisierung der Anastomose, beurteilen viele Autoren eine Sleeve-Lobektomie als ausreichend radikale Resektionsform zur lokalen Kontrolle auch bei N2-Befall [22, 65, 67, 73]. Gerade bei mediastinalem Lymphknotenbefall ist eine Pulmonektomie angesichts der bekannten Folgen heute nicht mehr zu vertreten.

■ Haben isolierte Resektionen der pulmonalen Arterie eine schlechtere Prognose?

Es ist zurzeit unklar, ob ein maligner Befall der Pulmonalarterie bzw. eine isolierte Resektion der Pulmonalarterie oder eine Double-Sleeve-Resektion negative Auswirkungen auf die Prognose hat. Obwohl manche Studien eine erhöhte Inzidenz zu lokoregionalen Rezidiven (7 % bei Bronchoplastik und 17,2 % bei Double-Sleeve) [79] bzw. schlechtere Überlebenszeiten berichten [11], fanden andere Autoren keinen Einfluss betreffend Mortalität, Morbidität und Lokalrezidivrate [5, 57].

Der Zusatz einer Angioplastik zu einer Bronchoplastik erhöht die Mortalität nicht, die Morbidität bleibt unverändert und das 5-Jahres-Überleben ist immer noch besser als nach Pneumonektomie [71]. Ein eventuell schlechteres Überleben nach isolierter Angioplastik mag von nicht-neoplastischen Faktoren abhängig sein [57]. Die 5-Jahres-Überlebenszeiten nach isolierter Angioplastik oder Double-Sleeve bewegen sich zwischen 24 und 60 % [58].

■ Resümee und Empfehlungen

Broncho- und angioplastische anatomische Resektionen bei zentralem Tumorsitz sind heute als parenchymsparende Verfahren mit signifikant besserer Lebensqualität der Standard nicht nur für Patienten mit eingeschränkter funktioneller Reserve, sondern als onkologisch radikale chirurgische Verfahren auch für Patienten, die eine Pneumonektomie tolerieren würden.

Radikale Sleeve-Resektionen erzielen eine lokale Tumorkontrolle, die mindestens so gut ist wie nach invasiveren chirurgischen Verfahren. Bei positiven N1-Lymphknoten ist die Prognose bei radikaler Lymphadenektomie vergleichbar zur N0-Situation. Bei N2-Befall wird die Prognose vor allem von der Fernmetastasierung beeinflusst und die Sleeve-Resektion bietet hier eine der Pneumonektomie ebenbürtige lokale Kontrolle.

Es ist gegenwärtig unklar, ob eine isolierte oder kombinierte Resektion der Pulmonalarterie negative Auswirkungen auf die Prognose im Vergleich zur alleinigen bronchialen Sleeve-Resektion hat.

Eine Sleeve-Resektion nach Induktionstherapie ist sicher, obwohl sie in Einzelfällen technisch aufwendig sein kann, aber in erfahrenen Händen vergleichbare Ergebnisse liefert.

Besonders bei Manschettenresektionen müssen die onkologischen Prinzipien von lokaler Radikalität mit denen einer gewebeschonenden Operationstechnik vereint werden. Die Verwendung von vaskularisierten Flaps ist vor allem bei Double-Sleeve-Resektionen zu empfehlen, weil die Folgen einer bronchovaskulären Fistel fatal sein können.

Die Durchführung einer Pneumonektomie rechtfertigt die mit ihr vergesellschaftete erhöhte Morbidität und Mortalität immer seltener mit einer optimierten Radikalität und Prognose. Deswegen sollte vor jeder geplanten Pneumonektomie die Möglichkeit einer Sleeve-Resektion ernsthaft erwogen werden. Das Verhältnis von Pneumonektomien zu parenchym-schonenden anatomischen Resektionen kann in Form der PN:SL-Ratio (Pneumonektomie:Sleeve-Lobektomie, niedriger als 1:1,5) als Qualitätsstandard dienen [10].

■ Interessenkonflikt

Die Autoren verneinen einen Interessenkonflikt.

Literatur:

1. Murthy S. Sleeve resection/bronchoplasty for lung cancer. In: Sugarbaker DJ (ed). *Adult Chest Surgery* [Kindle-Edition]. McGraw-Hill Professional, Columbus, 2009; ASIN: B002U2DQFC, 1264 p.
2. Thomas CP. Conservative resection of the bronchial tree. *J R Coll Surg Edinb* 1956; 1: 169–86.
3. Allison P. Course of thoracic surgery in Groningen [quoted by Jones PW]. *Ann R Coll Surg* 1954; 25: 20–2.
4. Read RC, Ziomek S, Ranval TJ, et al. Pulmonary artery sleeve resection for abutting left upper lobe lesions. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 850–4.
5. Alifano M, Cusumano G, Strano S, et al. Lobectomy with pulmonary artery resection: Morbidity, mortality, and long-term survival. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; 137: 1400–5.
6. Spiguel L, Ferguson MK. Sleeve lobectomy versus pneumonectomy for lung cancer patients with good pulmonary function. In: Ferguson MK (ed). *Difficult Decisions in Thoracic Surgery*. Springer, London, 2006; 103–9.
7. Khargi K, Duurkens VA, Versteegh MI, et al. Lung function and perfusion after bronchial
- and pulmonary arterial sleeve resection. *Eur J Cardiothorac Surg* 1996; 10: 717–21.
8. Angeletti CA, Janni A, Macchiarini P, et al. Functional results of bronchial sleeve lobectomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 1991; 5: 410–3.
9. Martin-Ucar AE, Chaudhuri N, Edwards JG, et al. Can pneumonectomy for non-small cell lung cancer be avoided? An audit of parenchymal sparing lung surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21: 601–5.
10. Gomez-Caro A, Garcia S, Reguart N, et al. Determining the appropriate sleeve lobectomy versus pneumonectomy ratio in central non-small cell lung cancer patients: an audit of an aggressive policy of pneumonectomy avoidance. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; 39: 352–9.
11. Icard P, Regnard JF, Guibert L, et al. Survival and prognostic factors in patients undergoing parenchymal sparing bronchoplastic operation for primary lung cancer: a series of 110 consecutive cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 15: 426–32.
12. Van Schil PE, Brutel de la Riviere A, Knaepen PJ, et al. Second primary lung cancer after bronchial sleeve resection. Treatment and results in eleven patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 1451–5.
13. Massard G. Bronchoplastic lobectomies are a viable alternative to pneumonectomy in patients with primary lung cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; 36: 1049–51.
14. Bagan P, Le Pimppec-Barthes F, Badia A, et al. Bronchial sleeve resections: lung function resurrecting procedure. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008; 34: 484–7.
15. Terzi A, Lonardoni A, Falezza G, et al. Sleeve lobectomy for non-small cell lung cancer and carcinoids: results in 160 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21: 888–93.
16. End A, Hollaus P, Pentsch A, et al. Bronchoplastic procedures in malignant and non-malignant disease: multivariable analysis of 144 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 120: 119–27.
17. Deslauriers J. Invited commentary. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1154.
18. Bagan P, Berna P, Brian E, et al. Induction chemotherapy before sleeve lobectomy for lung cancer: immediate and long-term results. *Ann Thorac Surg* 2009; 88: 1732–5.
19. Alexiou C, Beggs D, Onyeaka P, et al. Pneumonectomy for stage I (T1N0 and T2N0) non-small cell lung cancer has potent, adverse impact on survival. *Ann Thorac Surg* 2003; 76: 1023–8.
20. Thomas P, Doddoli C, Thirion X, et al. Stage I non-small cell lung cancer: a pragmatic approach to prognosis after complete resection. *Ann Thorac Surg* 2002; 73: 1065–70.
21. Massard G, Kessler R, Gasser B, et al. Local control of disease and survival following bronchoplastic lobectomy for non-small cell lung cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 16: 276–82.
22. Yildizeli B, Fadel E, Mussot S, et al. Morbidity, mortality, and long-term survival after sleeve lobectomy for non-small cell lung cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; 31: 95–102.
23. Simon C, Moreno N, Penalver R, et al.; Bronchogenic Carcinoma Cooperative Group of the Spanish Society of Pneumology and Thoracic Surgery. The side of pneumonectomy influences long-term survival in stage I and II non-small cell lung cancer. *Ann Thorac Surg* 2007; 84: 952–8.
24. Okada M, Tsubota N, Yoshimura M, et al. Extended sleeve lobectomy for lung cancer: The avoidance of pneumonectomy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118: 710–4.
25. Chida M, Minowa M, Miyoshi S, et al. Extended sleeve lobectomy for locally advanced lung cancer. *Ann Thorac Surg* 2009; 87: 900–5.
26. Sanchez-Lorente D, Gomez-Caro A, Jimenez MJ, et al. Apnoeic oxygenation on one-lung ventilation in functionally impaired

■ Relevanz für die Praxis

Definition: Resektion und Rekonstruktion des Bronchus oder der Pulmonalarterie mit einer konkomitanten anatomischen Parenchymresektion.

Indikation: NSCLC mit zentraler Lokalisierung, Ausbreitung auf den Hauptbronchus, Hauptstamm der Pulmonalarterie oder positive interbronchiale N1-Lymphknoten; nicht nur funktionell limitierte Patienten, sondern auch diejenigen, die eine extensivere Resektion (Pneumonektomie) vertragen würden.

Technische Aspekte:

- Isolierte bronchiale „Sleeve“- oder „Wedge“-Resektionen, isolierte arterielle Resektionen oder kombinierte „Double-sleeve“-Resektionen möglich.
- Thorakotomie als Standardzugang, aber in selektierten Patienten auch als VATS durchführbar.
- Onkologische Radikalität: alle Resektionsränder mikroskopisch sauber; radikale Lymphadenektomie.
- Spannungslose (Standard-Entspannungsmanöver) Bronchianastomose mit resorbierbarem monofilamentösem Nahtmaterial, Nahttechnik grundsätzlich irrelevant.
- Bei „Double-sleeve“-Resektionen vitales Interpositum zwischen den Anastomosen als Prävention von fatalen Komplikationen.

Vergleich mit der Pneumonektomie:

- Niedrigere perioperative Morbidität und Mortalität (auch nach Induktionstherapie).
- Parenchymsparend, d. h. bessere Lebensqualität und mit Tumor nicht assoziierte Morbidität und Mortalität.
- Bessere Überlebenszeiten in Stadien N0–N1; vergleichbar im (unerwarteten) Stadium N2.
- Äquivalente lokale Kontrolle.

Vor jeder geplanten Pneumonektomie sollte die Möglichkeit einer Sleeve-Resektion ernsthaft erwogen werden.

- patients during sleeve lobectomy. Eur J Cardiothorac Surg 2011; 39: e77–e79.
27. Bayram AS, Erol MM, Salci H, et al. Basic interrupted versus continuous suturing techniques in bronchial anastomosis following sleeve lobectomy in dogs. Eur J Cardiothorac Surg 2007; 32: 852–4.
 28. Hamad AM, Marulli G, Rizzardi G, et al. Multiple-running suture technique for bronchial anastomosis in difficult sleeve resection. Ann Thorac Surg 2009; 87: 975–6.
 29. Kutlu CA, Goldstraw P. Tracheobronchial sleeve resection with the use of a continuous anastomosis: Results of one hundred consecutive cases. J Thorac Cardiovasc Surg 1999; 117: 1112–7.
 30. Konstantinou M, Potaris K, Sakellaridis T, et al. Sleeve lobectomy for patients with non-small-cell lung cancer: a simplified approach. Eur J Cardiothorac Surg 2009; 36: 1045–51.
 31. Aigner C, Jaksch P, Seebacher G, et al. Single running suture – the new standard technique for bronchial anastomoses in lung transplantation. Eur J Cardiothorac Surg 2003; 23: 488–93.
 32. Chakaramakkil MJ, Jim LY, Soon JL, et al. Continuous absorbable suture technique for tracheobronchial sleeve resections. Asian Cardiovasc Thorac Ann 2011; 19: 44–7.
 33. Suen HC, Meyers BF, Guthrie T, et al. Favorable results after sleeve lobectomy or bronchoplasty for bronchial malignancies. Ann Thorac Surg 1999; 67: 1557–62.
 34. Kanzaki M, Oyama K, Nishiuchi M, et al. Bronchoplasty with plication of the proximal bronchial membranous portion. Asian Cardiovasc Thorac Ann 2002; 10: 372–3.
 35. Watanabe Y, Shimizu J, Oda M, et al. Results in 104 patients undergoing bronchoplastic procedures for bronchial lesions. Ann Thorac Surg 1990; 50: 607–14.
 36. Vogt-Moykopf I, Fritz T, Bulzebruck H, et al. [Bronchoplastic and angioplastic operations in bronchial carcinoma]. Langenbecks Arch Chir 1987; 371: 85–101.
 37. Hollaus PH, Janakiev D, Pridun NS. Telescope anastomosis in bronchial sleeve resections with high-caliber mismatch. Ann Thorac Surg 2001; 72: 357–61.
 38. Yatsuyanagi E, Hirata S, Yamazaki K, et al. Anastomotic complications after bronchoplastic procedures for nonsmall cell lung cancer. Ann Thorac Surg 2000; 70: 396–400.
 39. Yamamoto R, Tada H, Kishi A, et al. Effects of preoperative chemotherapy and radiation therapy on human bronchial blood flow. J Thorac Cardiovasc Surg 2000; 119: 939–45.
 40. Benhamed L, Bellier J, Fournier C, et al. Postoperative ischemic bronchitis after lymph node dissection and primary lung cancer resection. Ann Thorac Surg 2011; 91: 355–9.
 41. Turrentine MW, Kesler KA, Wright CD, et al. Effect of omental, intercostal, and internal mammary artery pedicle wraps on bronchial healing. Ann Thorac Surg 1990; 49: 574–9.
 42. Ishihara T, Nemoto E, Kikuchi K, et al. Does pleural bronchial wrapping improve wound healing in right sleeve lobectomy? J Thorac Cardiovasc Surg 1985; 89: 665–72.
 43. Matsumoto I, Oda M, Tsunezuka Y, et al. Experimental study of extracorporeal lung resection in dogs: Ex situ sleeve resection and autotransplantation of the pulmonary lobe after extended pneumonectomy for central lung cancer in a patient with poor pulmonary function. Tex Heart Inst J 2004; 31: 360–2.
 44. Inui K, Wada H, Yokomise H, et al. Evaluation of a bronchial anastomosis by laser Doppler velocimetry. J Thorac Cardiovasc Surg 1990; 99: 614–9.
 45. Toyooka S, Soh J, Shien K, et al. Sacrificing the pulmonary arterial branch to the spared lobe is a risk factor of bronchopleural fistula in sleeve lobectomy after chemoradiotherapy. Eur J Cardiothorac Surg 2012 [Epub ahead of print].
 46. Storelli E, Tuttic M, Kestenholz P, et al. Sleeve resections with unprotected bronchial anastomoses are safe even after neoadjuvant therapy. Eur J Cardiothorac Surg 2012; 42: 77–81.
 47. Deeb ME, Sterman DH, Shrager JB, et al. Bronchial anastomotic stricture caused by ossification of an intercostal muscle flap. Ann Thorac Surg 2001; 71: 1700–2.
 48. Van Schil PE. Wrapping of bronchial anastomoses: something of the past? Eur J Cardiothorac Surg 2012; 42: 81–2.
 49. Nazari S, Nasimbene G, Mourad Z, et al. [Invaginated bronchoplasty: wedge resection and sleeve reconstruction]. Minerva Chir 1996; 51: 413–9.
 50. Kruger M, Uschinsky K, Hassler K, et al. Postoperative complications after bronchoplastic procedures in the treatment of bronchial malignancies. Eur J Cardiothorac Surg 1998; 14: 46–53.
 51. Park SY, Lee HS, Kang HJ, et al. Wedge bronchoplastic lobectomy for non-small cell lung cancer as an alternative to sleeve lobectomy. J Thorac Cardiovasc Surg 2012; 143: 825–31.
 52. Santambrogio L, Cioffi U, De Simone M, et al. Video-assisted sleeve lobectomy for mucoepidermoid carcinoma of the left lower lobar bronchus: a case report. Chest 2002; 121: 635–6.
 53. Nakanishi R, Hirai A, Muranaka K, et al. Successful video-assisted thoracic surgery lobectomy in a single-lung patient. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech 2007; 17: 562–4.
 54. Mahtabifard A, Fuller CB, McKenna RJ Jr. Video-assisted thoracic surgery sleeve lobectomy: a case series. Ann Thorac Surg 2008; 85: S729–S732.
 55. Nakanishi R, Yamashita T, Oka S. Initial experience of video-assisted thoracic surgery lobectomy with partial removal of the pulmonary artery. Interact Cardiovasc Thorac Surg 2008; 7: 996–1000.
 56. Okada M, Nishio W, Sakamoto T, et al. Sleeve segmentectomy for non-small cell lung carcinoma. J Thorac Cardiovasc Surg 2004; 128: 420–4.
 57. Venuta F, Ciccone AM, Anile M, et al. Reconstruction of the pulmonary artery for lung cancer: Long-term results. J Thorac Cardiovasc Surg 2009; 138: 1185–91.
 58. Cerfolio RJ, Bryant AS. Surgical techniques and results for partial or circumferential sleeve resection of the pulmonary artery for patients with non-small cell lung cancer. Ann Thorac Surg 2007; 83: 1971–7.
 59. Reardon MJ, Walkes JC, Rice DC. Autotransplantation for central non-small-cell lung cancer in a patient with poor pulmonary function. Tex Heart Inst J 2004; 31: 360–2.
 60. Jiang F, Xu L, Yuan FL, et al. Lung auto-transplantation technique: the treatment for central lung cancer of upper lobe. J Thorac Oncol 2008; 3: 609–11.
 61. Rendina EA, Venuta F, De Giacomo T, et al. Safety and efficacy of bronchovascular reconstruction after induction chemotherapy for lung cancer. J Thorac Cardiovasc Surg 1997; 114: 830–7.
 62. Yamamoto K, Miyamoto Y, Ohsumi A, et al. Sleeve lung resection for lung cancer: Analysis according to the type of procedure. J Thorac Cardiovasc Surg 2008; 136: 1349–56.
 63. Gomez-Caro A, Boada M, Reguart N, et al. Sleeve lobectomy after induction chemo-radiotherapy. Eur J Cardiothorac Surg 2012; 41: 1052–8.
 64. Milman S, Kim AW, Warren WH, et al. The incidence of perioperative anastomotic complications after sleeve lobectomy is not increased after neoadjuvant chemoradiotherapy. Ann Thorac Surg 2009; 88: 945–51.
 65. Merritt RE, Mathisen DJ, Wain JC, et al. Long-term results of sleeve lobectomy in the management of non-small cell lung carcinoma and low-grade neoplasms. Ann Thorac Surg 2009; 88: 1574–82.
 66. Erino AR, Venuta F, De Giacomo T, et al. Sleeve resection after induction therapy. Thorac Surg Clin 2004; 14: 191–197, vi.
 67. Ludwig C, Stoebenhagen E, Olschewski M, et al. Comparison of morbidity, 30-day mortality, and long-term survival after pneumonectomy and sleeve lobectomy for non-small cell lung carcinoma. Ann Thorac Surg 2005; 79: 968–73.
 68. Tedder M, Anstadt MP, Tedder SD, et al. Current morbidity, mortality, and survival after bronchoplastic procedures for malignancy. Ann Thorac Surg 1992; 54: 387–91.
 69. Van Schil PE, Brutel de la Riviere A, Knaepen PJ, et al. Completion pneumonectomy after bronchial sleeve resection: Incidence, indications, and results. Ann Thorac Surg 1992; 53: 1042–5.
 70. Tomaszek SC, Kim Y, Cassivi SD, et al. Bronchial resection margin length and clinical outcome in non-small cell lung cancer. Eur J Cardiothorac Surg 2011; 40: 1151–6.
 71. Ma Z, Dong A, Fan J, et al. Does sleeve lobectomy concomitant with or without pulmonary artery reconstruction (double sleeve) have favorable results for non-small cell lung cancer compared with pneumonectomy? A meta-analysis. Eur J Cardiothorac Surg 2007; 32: 20–8.
 72. Ferguson MK, Lehman AG. Sleeve lobectomy or pneumonectomy: optimal management strategy using decision analysis techniques. Ann Thorac Surg 2003; 76: 1782–8.
 73. Okada M, Yamagishi H, Satake S, et al. Survival related to lymph node involvement in lung cancer after sleeve lobectomy compared with pneumonectomy. J Thorac Cardiovasc Surg 2000; 119: 814–9.
 74. Fadel E, Yildizeli B, Chapelier AR, et al. Sleeve lobectomy for bronchogenic cancers: factors affecting survival. Ann Thorac Surg 2002; 74: 851–9.
 75. Kim YT, Kang CH, Sung SW, et al. Local control of disease related to lymph node involvement in non-small cell lung cancer after sleeve lobectomy compared with pneumonectomy. Ann Thorac Surg 2005; 79: 1153–61.
 76. Marra A, Hillejian L, Zaboura G, et al. Pathologic N1 non-small cell lung cancer: Correlation between pattern of lymphatic spread and prognosis. J Thorac Cardiovasc Surg 2003; 125: 543–53.
 77. Schirren J, Eberlein M, Fischer A, et al. The role of sleeve resections in advanced nodal disease. Eur J Cardiothorac Surg 2011; 40: 1157–64.
 78. Gunluoglu MZ, Demir A, Turna A, et al. Extent of lung resection in non-small lung cancer with interlobar lymph node involvement. Ann Thorac Cardiovasc Surg 2011; 17: 229–35.
 79. Nagayasu T. Factors affecting survival after bronchoplasty and broncho-angioplasty for lung cancer: single institutional review of 147 patients. Eur J Cardiothorac Surg 2006; 29: 585–90.

Dr. med. Tibor Krajc, PhD

Geboren 1976. 2000 Diploma cum laude, Medizinische Fakultät, Comenius-Universität Bratislava. 2003 und 2007 Spezialisierung in allgemeiner Chirurgie, 2010 Spezialisierung in Thoraxchirurgie. 2012 PhD: „Minimalinvasive Thymektomie für Myasthenia Gravis oder Thymoma“, Comenius-Universität Bratislava. 2000–2012 Assistenz- und Facharzt an der Klinik für Thoraxchirurgie, Universitätskrankenhaus Bratislava, seit 2012 an der Abteilung für Thoraxchirurgie, Otto-Wagner-Spital Wien.

Forschungsgebiete: Minimalinvasive Ansätze in der Behandlung von soliden mediastinalen Läsionen, TEMLA und minimalinvasive extensive Thymektomie, akrale Hyperhidrose.



Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere
zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)