

# Interventionelle Bronchoskopie

Albrecht Breitenbücher, Martin Brutsche

Zentrum für Interventionelle  
Bronchoskopie  
Medizinische Universitätskliniken  
Basel und Bruderholz

Korrespondenz:  
Dr. med. Albrecht Breitenbücher  
Pneumologie  
Medizinische Universitätsklinik  
CH-4101 Bruderholz

[albrecht.breitenbuecher@ksbh.ch](mailto:albrecht.breitenbuecher@ksbh.ch)

## Einleitung

Unter der interventionellen Bronchoskopie versteht man die Durchführung therapeutischer Eingriffe in Trachea und Bronchien mittels minimal-invasiver bronchoskopischer Techniken. Es handelt sich um ein Spezialgebiet der Pneumologie, das sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt hat. Die Eingriffe werden in günstigen Fällen ambulant, im allgemeinen jedoch während eines kurzen stationären Aufenthaltes durchgeführt. Die zu Verfügung stehenden Techniken, die Indikationen und die praktisch-klinischen Aspekte werden im folgenden besprochen.

## Therapiemodalitäten

Bei der interventionellen Bronchoskopie kommen verschiedene Techniken zum Einsatz, die hier kurz beschrieben werden (Tab. 1). Welches

Verfahren im Einzelfall angewendet wird, hängt von der Art der Läsion und im Falle einer malignen Stenose von der anatomischen Obstruktionsform ab (Abb. 1).

## Flexible oder starre Bronchoskopie

Kurze therapeutische Eingriffe können mit dem flexiblen Bronchoskop in Lokalanästhesie durchgeführt werden, jedoch hat die starre Bronchoskopie in Allgemeinnarkose wesentliche Vorteile – wie die Sicherung der Atemwege und die bessere Kontrolle über allfällige relevante Hämorrhagien. Der grössere Arbeitskanal erlaubt zudem den Einsatz von speziellen Zusatzinstrumenten. Die Einsicht auf das Operationsgebiet erfolgt über eine starre Optik mit integrierter Beleuchtung, welche mit einem Videosystem verbunden ist.

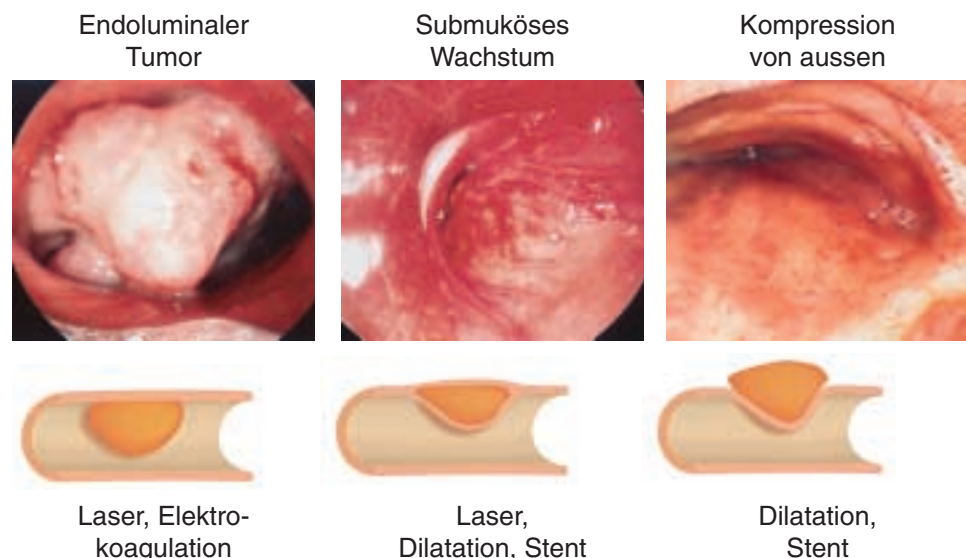
## Dilatation

Zur Aufdehnung einer Stenose können sowohl das starre Bronchoskop als auch ein Ballonkatheter verwendet werden. Indikationen sind Tumorkompressionen von aussen und entzündliche oder narbige Stenosen. Die Ballonkatheterdilatation kann mittels Durchleuchtung und Kontrastmittelfüllung des Ballons oder direkt endoskopisch überwacht werden. Während in der Trachea meistens das starre Bronchoskop verwendet wird, ist weiter distal bei gebogenem Bronchialverlauf oder engen Verhältnissen eine Katheterdilatation wegen der geringeren Traumatisierung vorzuziehen.

**Tabelle 1. Techniken der interventionellen Bronchoskopie.**

Starre Bronchoskopie
Ballondilatation
Laser
Elektro- und Argon-Plasma-Koagulation
Stent-Implantation
Endobronchiale Brachytherapie
Kryotherapie
Photodynamische Therapie

**Abbildung 1.**  
Anatomisch mögliche  
Obstruktionsformen und  
zu wählende Verfahren.



### Lasertherapie

Laserstrahlen werden vorwiegend zur Koagulation von endobronchialen Tumorgewebe eingesetzt. Die Energie des scharf gebündelten Lichtstrahles wird im Gewebe in thermische Energie umgewandelt. Das nicht mehr vitale und geschrumpfte Gewebe kann anschliessend gefahrlos mit dem starren Bronchoskop oder der Zange abgetragen werden. Praktische Vorteile der Lasertherapie sind die sofortige Wirkung, die relativ grosse Tiefenwirkung (ca. 5 mm) und die berührungsfreie Anwendung, welche angesichts der oft leicht blutenden Tumoraläsionen wichtig ist. Komplikationen der Laser-assistierten Tumorablation sind in geübten Händen relativ selten. So traten bei 5049 therapeutischen Bronchoskopien wegen maligner Stenosen nur bei 2% intraoperative Komplikationen auf, wovon 0,3% letal waren [1].

### Elektrokoagulation und Argon-Plasmakoagulation

Die Koagulation von Tumorgewebe kann auch mittels Elektrokoagulation oder Argon-Plasmakoagulation erreicht werden. Bei letzterer wird der Hochfrequenzstrom nicht direkt, sondern berührungsfrei über einen Strahl ionisierten Argon-Gases appliziert. Im Vergleich zum Laser ist die Tiefenwirkung jedoch geringer (2–3 mm), so dass sich diese Technik zur Blutstillung und zum Einsatz in kleineren Bronchien eignet, weniger gut jedoch zur Abtragung grösserer Tumormassen.

### Stents

Indikationen für die Einlage eines Stents sind die Stabilisierung tumorbedingter Atemwegskompressionen, allenfalls auch narbiger oder chondromalazischer Stenosen sowie die Ab-

deckung von Fisteln. Am weitesten verbreitet sind die röhrenartigen Silikon-Stents nach Dumon, welche billig sind und auch jederzeit wieder entfernt werden können [2]. Inzwischen wurden diverse neue Metall- [3, 4] und Kunststoff-Stents [5] auf den Markt gebracht, die sich aufgrund ihrer Bauart – in Form eines Scherengitters oder Maschendrahtnetzes – besser den anatomischen Gegebenheiten anpassen. Im allgemeinen ist die Verträglichkeit erstaunlich gut, wobei eine leichte Sekretretention nicht immer zu vermeiden ist. Komplikationen sind Verstopfen des Stents mit Sekret, Einwachsen von Granulations- oder Tumorgewebe an dessen Enden, selten auch Migration oder Brechen der Gitterstruktur des Stents [6]. Zur Vermeidung einer Sekretobstruktion sind regelmässige Inhalationen mit einem elektrischen Vernebler unerlässlich.

### Endobronchiale Brachytherapie

Unter diesem Begriff versteht man eine endoluminale Bestrahlung über kurze Distanzen von wenigen Millimetern. Durch einen bronchoskopisch eingelegten dünnen Katheter wird eine kleine Strahlenquelle, heute meistens Iridium-192 – ferngesteuert aus einem Schutzbehälter – an die Läsion herangebracht. Die heute verwendeten Strahlenquellen erlauben eine kurzdauernde und somit ambulante Therapie. Nachteile dieser Methode sind die aus strahlenbiologischen Gründen notwendige Aufteilung der Behandlung auf drei Sitzungen in wöchentlichen Abständen (3 × 5 Gy auf eine Distanz von 1 cm), der verzögerte Wirkungseintritt nach frühestens 1–2 Wochen und gelegentliche Spätkomplikationen wie Blutungen oder Fistelbildungen.

### Indikationen der interventionellen Bronchoskopie

Die häufigste Indikation ist eine *maligne zentrale Atemwegsstenose*, meistens infolge eines Bronchuskarzinoms. Dieses ist in den Industriestaaten weiterhin der zweithäufigste maligne Tumor bei beiden Geschlechtern, und nur eine Minderheit der Erkrankten kann mittels einer chirurgischen oder einer multimodalen Therapie geheilt werden. Bei circa 30% der Patienten finden sich bereits bei Diagnosestellung zentrale Atemwegsstenosen, und etwa gleich viele Patienten sterben später an den Folgen derartiger Stenosen. Die Patienten leiden häufig unter quälenden Beschwerden infolge Asphyxie, poststenotischer Pneumonie und Hämoptoe, so dass die Beseitigung der Atemwegsstenosen einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Lebensqualität darstellt. Bronchusstenosen infolge *Metastasen* anderer langsam wachsender Primärtumore, wie beispielsweise eines Kolonkarzinoms, eines Hyper-

**Tabelle 2: Indikationen und Kontraindikationen der interventionellen Bronchoskopie.**

#### Indikationen

##### Maligne Erkrankungen

- Maligne Stenosen
- Tracheo-broncho-ösophageale Fisteln
- Lokale Blutungsstillung
- Präkanzerosen
- Minimal-invasive Karzinome

##### Benigne Läsionen

- Narbenstenosen
- Tracheobronchomalazie
- Benigne endoluminale Tumoren
- Fremdkörperentfernung

#### Kontraindikationen

- Auch nach Behebung der Stenose zu erwartende schlechte Lebensqualität
- Lebenserwartung <1 Monat

nephroms oder eines Mammakarzinoms, sind ebenfalls gute Indikationen. *Entzündliche oder narbige Stenosen* oder *benigne endobronchiale Tumore* können ebenfalls mit bronchoskopischen Techniken behandelt werden. Bei Patienten mit geringem Operationsrisiko sollte allerdings eine klassisch-chirurgische Therapie erwogen werden, welche eine definitive Behandlung ermöglicht. Weitere Indikationen sind die Abdeckung *tracheo-broncho-ösophagealer* Fisteln und die Stabilisierung chondromalazischer Atemwegsabschnitte, beispielsweise nach einer Lasertherapie oder bei der seltenen Polychondritis. Schliesslich werden interventionelle Techniken zunehmend bei der Behandlung noch nicht oder minimal-invasiver maligner Veränderungen eingesetzt (Tab. 2).

### Wann an eine Stenose der zentralen Atemwege denken? Welche Hilfsuntersuchungen?

Zentrale Atemwegsstenosen verursachen zu Beginn häufig nur geringe Beschwerden, weshalb sie nicht selten erst in fortgeschrittenem Stadium diagnostiziert werden. Anamnestisch klagten die Patienten über neu aufgetretene oder zunehmende Anstrengungsdyspnoe, quälenden Reizhusten oder rezidivierende bronchopulmonale Infekte. Verdächtige klinische Befunde sind ein Stridor, ein wiederholt feststell-

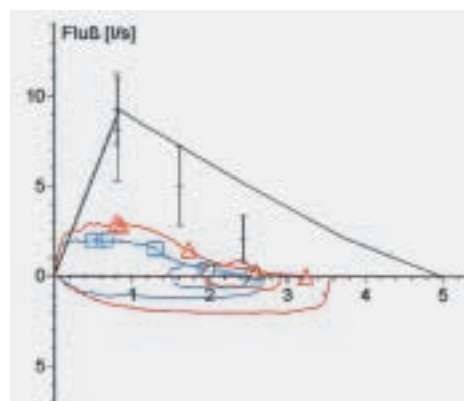
bares, lokalisiertes Giemen oder ein einseitig abgeschwächtes Atemgeräusch. Das Thoraxbild kann nützlich sein, indem es die Folgen einer Atemwegsstenose, z.B. eine Atelektase oder eine poststenotische Pneumonie, zeigt, ist aber gelegentlich auch unauffällig. Die Spirometrie kann eine typische Abflachung der in- und/oder expiratorischen Flusswerte zeigen, wie dies regelmässig bei hochgradigen Trachealstenosen gesehen wird (Abb. 2). Bei nur mittelschweren Trachealstenosen oder einseitigen Hauptbronchusstenosen ist die Sensitivität der Spirometrie jedoch deutlich geringer, so dass bei entsprechendem Verdacht eine diagnostische Bronchoskopie erforderlich ist.

### Management maligner Stenosen

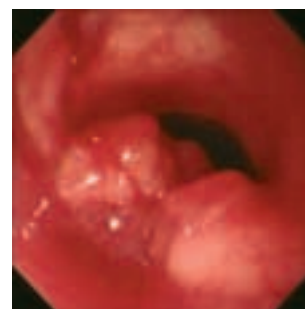
Da die häufigste Indikation zur interventionellen Bronchoskopie maligne Stenosen sind, sei hier das Vorgehen aufgrund der Lokalisation und des Schweregrades kurz dargestellt (Abb. 3). Bei hochgradigen Trachealstenosen (Stenosegrad  $\geq 80\%$ ) oder Hauptkarina-Infiltrationen mit beidseitigen Hauptbronchusstenosen ist eine dringliche interventionelle Bronchoskopie indiziert. Bei höhergradigen Stenosen der Trachea, der Hauptbronchien und des Intermediärbronchus (Stenosegrad  $\geq 50$  bis  $< 80\%$ ) ist die Indikation wegen Dyspnoe und drohender Pneumonie ebenfalls klar gegeben, der Eingriff kann jedoch elektiv erfolgen. Dagegen

#### Abbildung 2.

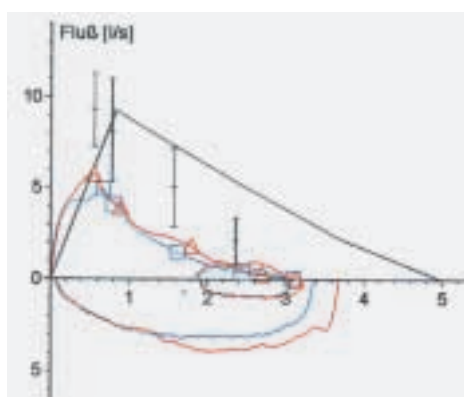
*Fall 1: Diagnose einer proximalen Trachealstenose mittels Fluss-Volumenkurve.* Der 55jährige Exraucher litt an progredienter Dyspnoe unklarer Ätiologie. Die Fluss-Volumen-Kurve ergab eine Abflachung der in- und expiratorischen Flusskurven (A), vereinbar mit einer hochgradigen proximalen Trachealstenose. Bronchoskopisch fand sich 3 cm unterhalb der Stimmbänder ein endoluminal wachsender Tumor mit einer Längenausdehnung von 4 cm. Die Histologie ergab ein Adenoid-zystisches Karzinom (B), das wegen Krikoid- und Ösophagusinfiltration inoperabel war. C und D zeigen die Fluss-Volumenkurve (nicht vollständige Normalisierung wegen gleichzeitig bestehender COPD) und den bronchoskopischen Befund nach der Laser-assistierten Resektion. Es erfolgte eine postinterventionelle Radiotherapie mit 72 Gy. Auch 2 Jahre später ist kein Rezidiv nachweisbar.



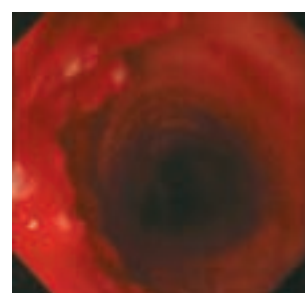
A



B



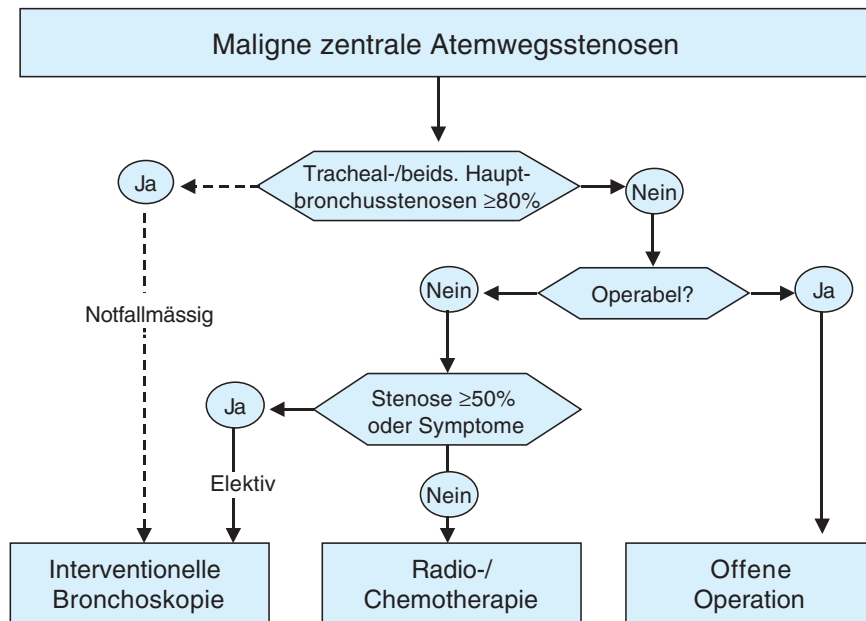
C



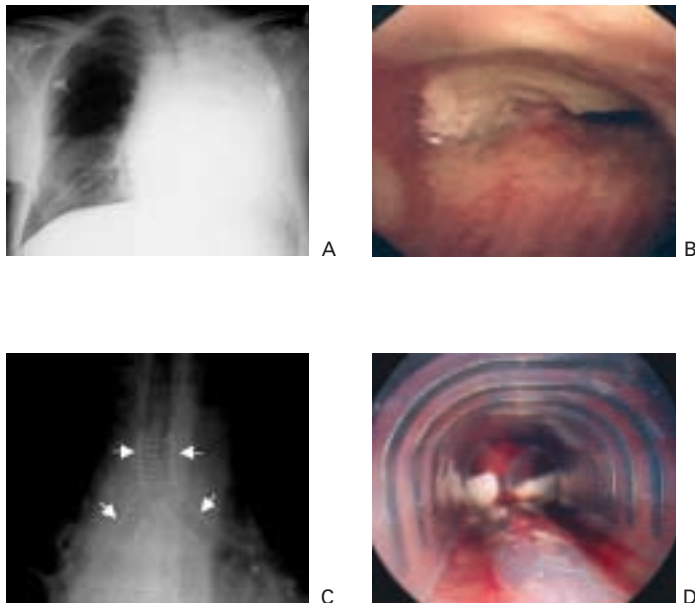
D

**Abbildung 3.**

Algorithmus für das Management maligner zentraler Atemwegsstenosen (modifiziert nach Bolliger CT, 1999).

**Abbildung 4.**

*Fall 2: Interventionelle Bronchoskopie mit Stenteinlage als «Brücke» bis zur definitiven Therapie eines M. Hodgkin.* Der 45jährige Patient wurde wegen progredienter Dyspnoe und massiver mediastinaler Lymphknotenvergrößerung zugewiesen. Die Mediastinoskopie ergab einen M. Hodgkin, Stadium II. Noch während der Therapievorparungen trat eine Totalatektase links auf (A). Der Patient musste intubiert und beatmet werden. Die Bronchoskopie ergab einen Verschluss des linken und eine hochgradige Stenose des rechten Hauptbronchus infolge Kompression und Einwachsens von Lymphomgewebe aus den subkarinären Lymphknoten (B). Nach notfallmässiger bronchoskopischer Abtragung des endoluminalen Tumorgewebes, Dilatation und Einlage eines Y-Stents konnte der Patient von der mechanischen Beatmung entwöhnt werden (C, D). Unter einer Chemotherapie kam es zur kompletten Remission und der Y-Stent konnte schliesslich nach 3 Monaten wieder entfernt werden. Auch zwei Jahre später finden sich keine Anhaltspunkte für ein Rezidiv.



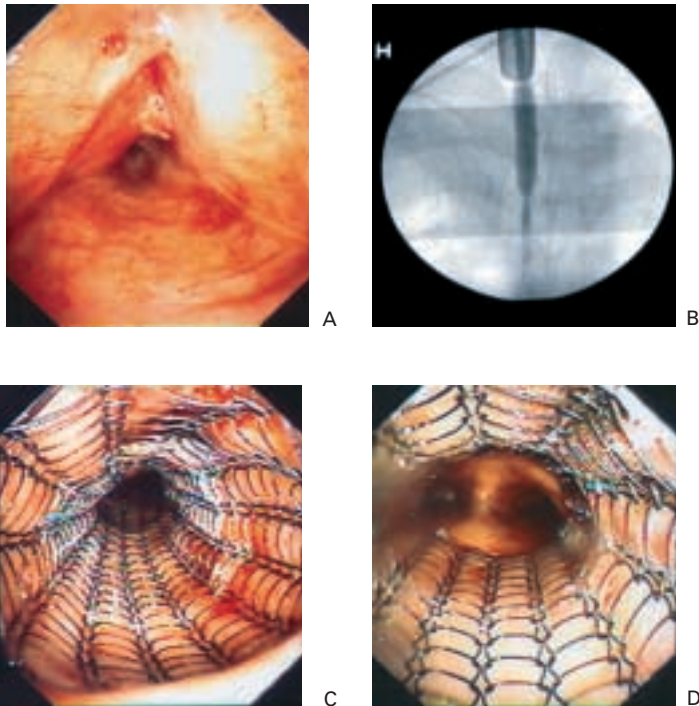
kann bei einem Stenosegrad <50% unter engmaschigen klinischen und allenfalls bronchoskopischen Kontrollen der Effekt einer Radio- und/oder Chemotherapie abgewartet werden. Lobäre Bronchialstenosen werden seltener angegangen, da Nutzen und Aufwand oft nicht in einem ausgewogenen Verhältnis stehen. Im Einzelfall kann der Eingriff bei rezidivierenden, poststenotischen Pneumonien oder Dyspnoe bei vorbestehender Einschränkung der Atemreserven gerechtfertigt sein.

### «Multimodale Therapie» maligner Atemwegsstenosen

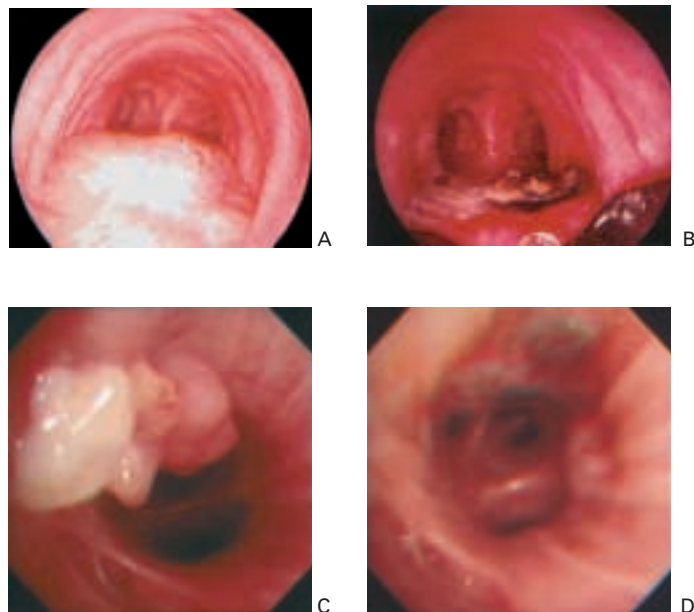
Bei der Behandlung maligner und benigner Stenosen ist eine intensive Zusammenarbeit zwischen Pneumologen, Thoraxchirurgen, Radiotherapeuten und Onkologen erforderlich. Nach einer bronchoskopischen Wiedereröffnung einer Tumorstenose sollte, wenn immer möglich, eine konsolidierende Radio- und/oder Chemotherapie folgen, da sich hiermit die rezidivfreie Zeit verlängern lässt. Je nach Situa-

**Abbildung 5.**

*Fall 3: Enge interdisziplinäre Zusammenarbeit bei einer langstreckigen, malignen Trachealstenose.* Der 69jährige Raucher wurde wegen Reizhustens und zunehmender Dyspnoe zugewiesen. Die Abklärungen ergaben ein hochgradig stenosierendes Plattenepithelkarzinom der mittleren Trachea mit einer Ausdehnung über 7 cm. Eine primäre Resektion kam aufgrund der Ausdehnung nicht in Frage, ebenso wenig eine Radiotherapie wegen möglicher Gewebeschwellung mit weiterer Zunahme der Stenose. Nach einer Laser-assistierten Tumorablation und einer komplikationslosen neoadjuvanten Radio-/Chemotherapie wurde eine Hemitrachealresektion über eine Länge von 8 cm mit Muskellappen- und Rippenspanplastik durchgeführt (Prof. H.B. Ris, Lausanne). 18 Monate nach der initialen Diagnose wurde ein von aussen komprimierendes Lokalrezidiv festgestellt (A). Nach einer schrittweisen Dilatation mit einem Ballonkatheter und dem starren Bronchoskop (B) wurde ein beschichteter Nitinolstent (C, D) eingelegt, worauf die Beschwerden des Patienten deutlich besserten. Der Patient überlebte weitere 8 Monate mit grösstenteils guter Lebensqualität.

**Abbildung 6.**

*Fälle 4 und 5: Interventionelle Bronchoskopie als kurative Therapie bei benignen Neoplasien.* Bei dem 66jährigen Patienten wurde bereits vor zehn Jahren ein Hamartom der distalen Trachea mittels Lasertherapie abgetragen. Nach langer beschwerdefreier Zeit klagte er erneut über Reizhusten und Anstrengungsdyspnoe. Bronchoskopisch fand sich ein vorwiegend intraluminal wachsendes Rezidiv mit einer Trachealstenose von 50% (A). Mittels einer erneuten Laserabtragung konnte das Lumen vollständig wieder eröffnet werden (B) und bei einer Kontrolle 2 Jahre später war der Patient rezidivfrei. Der 35jährige Patient wurde wegen einer Pleuropneumonie mit Pleuraempyem rechts hospitalisiert. Eine Bronchoskopie ergab eine höhergradige Untereckstenose rechts durch ein endobronchial wachsendes Chondrom (C). Der Patient erholte sich rasch nach einer thorakoskopischen Ausräumung der Pleura und einer bronchoskopischen Resektion des Chondromes mittels Elektrokoagulation (D). Auch bei einer Kontrolle nach 2 Jahren fand sich bronchoskopisch kein Rezidiv.



tion können eine perkutane oder endoluminale Radiotherapie und/oder eine Chemotherapie in Frage kommen. Wegen des eingeschränkten Allgemeinzustandes und aus logistischen Gründen ist dies jedoch nicht immer möglich. Umgekehrt sollten höhergradige Stenosen vor einer geplanten Radio- und/oder Chemotherapie interventionell-bronchoskopisch angegan-

gen werden, da eine Wiedereröffnung mit der klassischen palliativen Therapie wegen ungenügenden Ansprechens oder Entstehung von Vernarbungen häufig nicht gelingt. Zudem verunmöglichen poststenotische Pneumonien nicht selten die zeitgerechte Durchführung einer Radio- oder Chemotherapie. Die interventionelle Bronchoskopie und die klassischen

palliativen Therapien sind somit sich ergänzende Therapieverfahren, die am besten kombiniert eingesetzt werden.

## Ausblick

In Zukunft wird die Bedeutung der interventionellen Bronchoskopie bei der Behandlung des Bronchuskarzinoms weiter zunehmen. Infolge

der Fortschritte der systemischen Therapie wird sich die Überlebenszeit verlängern und damit auch der Bedarf an lokalen Massnahmen erhöhen. Die interventionelle Bronchoskopie wird in Zukunft auch einen grösseren Stellenwert bei der kurativen Therapie von prä- und minimal-invasiven Tumoren einnehmen. Dank neuerer und sensitiverer Methoden, wie der mit biologischen Markern kombinierten Sputumzytologie und der Autofluoreszenzbronchoskopie, werden mehr Frühkarziome als bisher entdeckt werden. Diese werden teilweise lokal behandelt werden können, nachdem entsprechende Methoden zur nicht-invasiven Bestimmung der Infiltrationstiefe und zum Ausschluss von Lymphknotenmetastasen, wie der endobronchiale Ultraschall und das PET, seit kurzem zu Verfügung stehen [7].

## Danksagung

Die Autoren danken Frau Dr. med. Leonie Uebersax, internistische Praxis in Basel, für die Durchsicht des Manuskriptes und die wertvollen Kommentare zur Praxisrelevanz des Artikels.

## Quintessenz

- Die interventionelle Bronchoskopie ist ein neues Spezialgebiet der Pneumologie, welches die Durchführung therapeutischer Eingriffe auf bronchoskopischem Wege erlaubt.
- Die hauptsächlichlichen Indikationen sind die palliative Behandlung maligner Atemwegsstenosen, die Abtragung benignen oder minimal-invasiver Neoplasien, die Dilatation narbiger Stenosen und die Stillung bronchialer Blutungen.
- Die Eingriffe werden meistens mittels starrer Bronchoskopie in Narkose, in gewissen Fällen auch mittels flexibler Bronchoskopie durchgeführt.
- Komplikationen der interventionellen Bronchoskopie sind in geübten Händen selten.
- Bronchoskopische Interventionen sollten möglichst im Rahmen einer interdisziplinären, multimodalen Behandlungsstrategie erfolgen.
- In Zukunft dürfte die interventionelle Bronchoskopie vermehrt zur lokalen Therapie des Frühkarzinoms eingesetzt werden.

## Literatur

- 1 Cavaliere S, Venuta F, Foccoli P, Toninelli C, La Face B. Endoscopic treatment of malignant airway obstructions in 2008 patients. *Chest* 1996; 110:1536–42.
- 2 Dumon JF. A dedicated tracheobronchial stent. *Chest* 1990;97:328–32.
- 3 Monnier P, Mudry A, Stanzel F, Haeussinger K, Heitz M, Probst R, Bolliger CT. The use of the covered Wallstent for the palliative treatment of inoperable tracheobronchial cancers. A prospective, multicenter study. *Chest* 1996;110:1161–8.
- 4 Miyazawa T, Yamakido M, Ikeda S, Furukawa K, Takiguchi Y, Tada H, Shirakusa T. Implantation of ultraflex nitinol stents in malignant tracheobronchial stenoses. *Chest* 2000; 118:959–65.
- 5 Bolliger CT, Wyser C, Wu X, Hauser R, Studer W, Dalquen P, Perruchoud AP. Evaluation of a new self-expandable silicone stent in an experimental tracheal stenosis. *Chest* 1999;115: 496–501.
- 6 Chhajed PN, Malouf MA, Tamm M, Spratt P, Glanville AR. Interventional Bronchoscopy for the Management of Airway Complications following Lung Transplantation. *Chest* 2001; 120:1894–9.
- 7 Myazu Y, Miyazawa T, Kurimoto N, Iwamoto Y, Kanoh K, Kohno N. Endobronchial Ultrasonography in the Assessment of centrally located early-stage lung cancer before photodynamic therapy. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;65:832–7.
- 8 Seijo LM, Serman DH. Interventional Pulmonology. *N Engl J Med* 2001; 344:740–9.