

Felix J. F. Herth, Ralf Eberhardt

Abteilung Innere Medizin / Pneumologie,  
Thoraxklinik,  
Universitätsklinikum Heidelberg

# Endobronchiales Stenting

## Summary

Patients with lung cancer often have bulky endobronchial disease, endobronchial extension, or airway compression. Many endobronchial treatment modalities are available to supplement traditional therapies for advanced lung cancer.

Since the early 1980s, technical advances in interventional techniques have enhanced symptom-free survival and quality of life for patients with lung cancer. Although interventional procedures are not definitive therapies, they often relieve the strangling sensation produced by airway occlusion.

For patients with respiratory symptoms associated with their disease, the stent placement provides symptom palliation and improves quality of life.

The author reviews the use of several available endobronchial stents.

*Key words: interventional bronchoscopy; stent implantation; high-dose radiotherapy; Argon plasma coagulation*

## Zusammenfassung

Patienten mit Bronchialkarzinom haben häufig einen symptomatischen endobronchialen Tumorbefall. Es existieren unterschiedliche Methoden, um hier, meist im fortgeschrittenen Tumorstadium, interventionell tätig zu werden. Seit den frühen 1980er Jahren haben technische Fortschritte symptomfreies Überleben und Lebensqualität für Patienten mit Lungenkrebs erhöht. Obgleich interventionelle Verfahren meist nicht die alleinigen Therapien sind, führen sie meist rasch zur Symptomverbesserung. Für Patienten mit Atemwegstenosen liefert die Stent-Implantation Symptompalliation und verbesserte Lebensqualität. Diese Übersicht zeigt die unterschiedlichen Möglichkeiten der endobronchialen Stent-Implantationstherapie auf.

*Schlüsselwörter: interventionelle Bronchoskopie; Stents; Brachytherapie; Argon-Plasma-Koagulation*

## Einleitung

Die Prognose des Lungenkarzinoms zählt trotz aller therapeutischer Bemühungen seit 20 Jahren mit einer 5-Jahres-Überlebenseaussicht bei Diagnosestellung von 10–15% unverändert zu den schlechtesten in der Onkologie [1]. Zur Bestimmung des Gewebetyps und zur Beurteilung der Tumorausdehnung, besonders in den zentralen Atemwegen, hat sich die Bronchoskopie gegenüber allen anderen Untersuchungsmethoden als Überlegen erwiesen [2]. Darüber hinaus wurde für Patienten, die im Verlauf ihrer Tumorerkrankung an Komplikationen durch Beteiligung der zentralen Atemwege leiden, eine Vielzahl therapeutischer und endoskopischer Verfahren entwickelt [3].

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 [4].

Die Techniken unterscheiden sich hinsichtlich des Akut- und Langzeiterfolges sowie des Behandlungsrisikos. Die häufigste und neben der schweren Blutung auch die proble-

Korrespondenz:

Prof. Dr. med. Dipl. Oec. med. Felix J. F. Herth, FCCP  
Abteilung Innere Medizin / Pneumologie  
Thoraxklinik  
Universitätsklinikum Heidelberg  
Amalienstrasse 5  
D-69126 Heidelberg  
Deutschland  
E-Mail: Felix.Herth@thoraxklinik-heidelberg.de  
Website: www.thoraxklinik-heidelberg.de

**Tabelle 1**  
Techniken der interventionellen Bronchoskopie.

Starre Bronchoskopie
Dilatation
Laser-Therapie
Elektrokauterisierung
Argon-Plasma-Koagulation
Kryotherapie
Stent-Implantation
Brachytherapie
Photodynamische Therapie

matischste Komplikation ist die zentrale Atemwegobstruktion. Die Kompensationsmechanismen bei zentralen Atemwegobstruktionen können lange effektiv sein und klinische Symptome wie Atemnot und Stridor nur sehr allmählich zunehmen. Die Dekompensation tritt meistens dann auf, wenn das Lumen unter 5 mm eingeengt ist und verdicktes Sekret zu einer weiteren Stenosierung geführt hat [3, 4]. Somit erreichen 50% der Patienten im lebensbedrohlichen Erstickenfalls die Endoskopie-Einheit.

### Indikationen zur Stent-Implantation

Die häufigste Indikation ist eine maligne zentrale Atemwegstenose, meistens infolge eines Bronchialkarzinoms. 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 ca. 30% der Patienten finden sich bereits bei Diagnosestellung zentrale Atemwegstenosen, und etwa gleich viele Patienten sterben später an den Folgen derartiger Stenosen [5, 6]. Die Patienten leiden häufig unter quälenden Beschwerden infolge Asphyxie, poststenotischer Pneumonie und Hämoptoe, so dass die Beseitigung der Atemwegstenose einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Lebensqualität darstellt. Entzündliche oder narbige Stenosen oder benigne endobronchiale Tumore können ebenfalls mit bronchoskopischen Techniken behandelt werden. Bei Patienten mit akzeptablem 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 Chondromalaziebefallener Atemwegabschnitte, beispielsweise nach einer Lasertherapie oder bei der seltenen Polychondritis (Tab. 1). Schliesslich werden

interventionelle Techniken zunehmend bei der Behandlung noch nicht oder minimal-invasiver maligner Veränderungen eingesetzt [7].

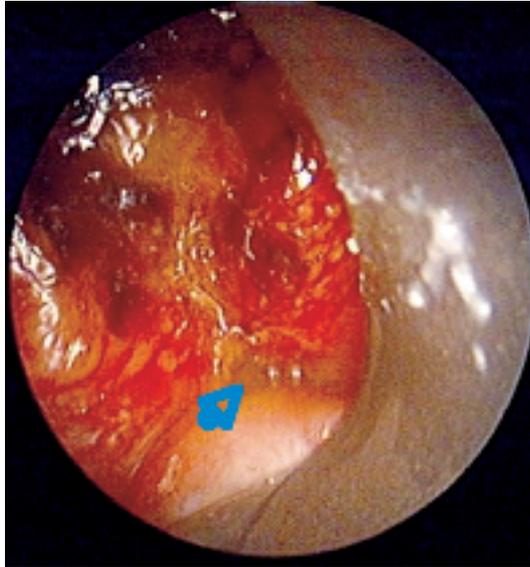
### Flexible oder starre Bronchoskopie

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 relevante Hämorrhagien. Der grössere Arbeitskanal erlaubt zudem den Einsatz von speziellen Zusatzinstrumenten [8]. Die Einsicht auf das Operationsgebiet erfolgt über eine starre Optik mit integrierter Beleuchtung, welche mit einem Videosystem verbunden ist. Es gilt heutzutage, dass Kollegen, die interventionell tätig sind, sich die starre Bronchoskopie für den Notfall vorbehalten sollten [5, 6]. Klare Empfehlungen zur Durchführung von therapeutischen Bronchoskopien bestehen jedoch nach wie vor nur sehr wenig. In zwei publizierten Richtlinien (Guidelines) der amerikanischen und europäischen Fachgesellschaften [5, 6] bezüglich der Ausbildungsgrundlage wird, um entsprechende Untersuchungen durchführen zu können, empfohlen, dass mindestens 20 Eingriffe in jeder Untersuchungstechnik durchgeführt werden sollten, bevor diese selbstständig angewandt werden können. Um eine entsprechende Handhabung der Möglichkeiten zu garantieren, sollten im weiteren Verlauf dann 10 Interventionen pro Jahr durchgeführt werden. Hier handelt es sich jedoch lediglich um Empfehlungen, entsprechende Grundlagenarbeiten, die diese Aussagen untermauern, fehlen.

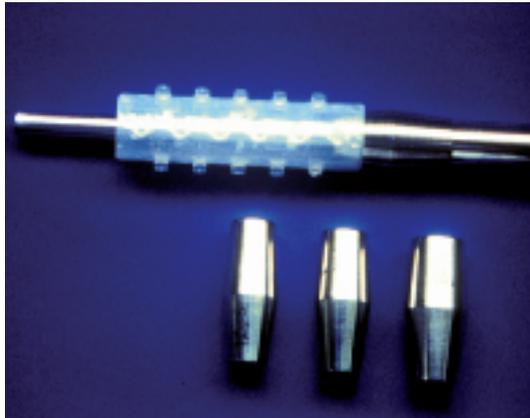
Vor dem endoskopischen Eingriff sollten Alternativen überdacht werden. Die Möglichkeiten sollten insbesondere dahingehend überdacht werden, ob sie zur Behebung der Symptome geeigneter und weniger risikoreich sind. Dies trifft besonders für die Auswahl der endoskopischen Möglichkeiten zu. Da sich die verschiedenen Verfahren bezüglich eines Sofort- und Langzeiteffektes unterscheiden, empfiehlt es sich, ein Verfahren, das rasch und schnell hilft, einzusetzen, um dann weitere Behandlungsmöglichkeiten offen zu halten [2, 4]. Bieten sich endobronchiale Therapien an, kann damit oft durch Kombination der verschiedenen Verfahren ein guter Erfolg erzielt werden. Besteht die Möglichkeit, bei einer akuten Atemwegobstruktion mittels

thermischen oder mechanischen Verfahren eine Akutrekanalisation herbeizuführen, sollte dies dann mit einer langfristig wirksamen Technik, wie der Brachytherapie oder der photodynamischen Therapie, kombiniert werden [4].

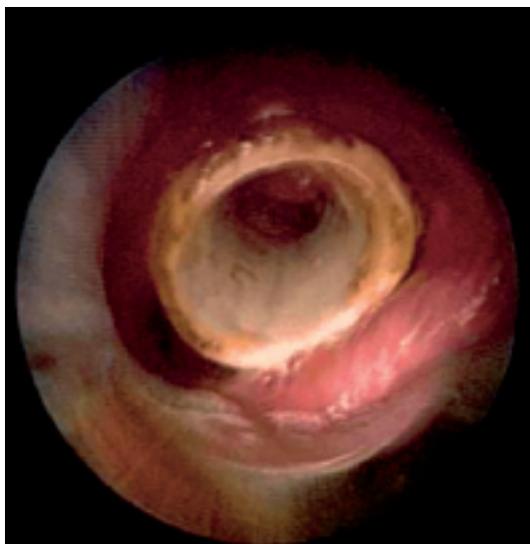
**Abbildung 1**  
Hochgradige Trachea-Stenose beim Plattenepithelkarzinom. Der Pfeil markiert das freie Lumen.



**Abbildung 2**  
Der Dumon-Stent. Aufgebracht auf einen speziell entwickelten Applikator.



**Abbildung 3**  
Dumon-Stent in der Trachea.



Heutzutage müssen auch Kosten-Nutzen-Analysen angestellt werden, dies gilt insbesondere für Bronchialkarzinompatienten. Statistische Analysen zeigen, dass die höchsten Ausgaben für die Behandlung eines Patienten mit einem Malignom im Verlauf der letzten Lebensmonate entstehen. Letztendlich fehlen klar umschriebene Richtlinien, es sollte jedoch versucht werden, durch vergebliche Behandlungen überflüssige Kosten zu vermeiden.

## Stents

Die Platzierung von Endoprothesen stellt inzwischen ein Routineverfahren in der Bronchoskopie dar. Zum Einsatz kommen Silikon-Stents oder selbstexpandierende Metall-Endoprothesen.

Dem Bronchologen steht eine verwirrende Vielfalt von Stent-Typen und -Materialien zur Verfügung (Abb.1). Die zylindrischen Gebilde aus Stahldraht und Nickel-Tantal sind aus der interventionellen Angiologie entliehen. Polymer-Stents wurden eigens für die Atemwege entwickelt. Aus welchem Material auch immer, ein Stent ist kein idealer physiologischer Ersatz für das stenosierte, malazieveränderte oder durch eine Fistel zerstörte Atemwegsegment, das er überbrückt. Im Gegenteil, abweichende mechanische Besonderheiten (Rigidität, Formänderungen unter seitlicher/zirkulärer Kompression, Anpassung an hoch- oder niederfrequente Druckschwankungen) und eigentümliche Qualitäten der inneren Oberfläche (Mikrorelief, Adhäsion) können dazu führen, dass eine zunächst krankheitsbedingte durch eine Stent-assoziierte Komplikation abgelöst wird. Deshalb ist eine rationale Auswahl von Endoprothesen nach Kriterien der kurz- und langfristigen mechanischen Adaptation, Gewebeerträglichkeit und Nebenwirkungsarmut erforderlich [9].

Am weitesten verbreitet sind die röhrenartigen Silikon-Stents nach Dumon (Abb. 2, 3), welche billig sind und auch jederzeit wieder entfernt werden können [10]. Inzwischen wurden diverse neue Metall- [11] und Kunststoff-Stents [12] 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

**Abbildung 4**  
Ein komplett gecoateter  
Nitinol-Stent.



**Abbildung 5**  
Ultraflex-Stent im linken  
Hauptbronchus.



Migration oder Brechen der Gitterstruktur des Stents [13]. Zur Vermeidung einer Sekretobstruktion sind regelmässige Inhalationen mit einem elektrischen Vernebler unerlässlich.

### Historie

Berichte über endoskopisch einzulegende Atemwegscheiden reichen bis ins Jahr 1915, der frühen Zeit nach Einführung der Bronchoskopie zurück [8, 9]. Sie trugen jedoch bis vor kurzer Zeit eher anekdotischen Charakter und wurden nur von vereinzelt Autoren empfohlen und tatsächlich verwendet [14]. Der Montgomery-T-Tube, welcher 1960 entwickelt wurde, war der erste spezielle Atemweg-Stent. Jedoch konnte sich die Implantation trachealer Prothesen in den tiefen Atemwegen nicht

durchsetzen bis Dumon im Jahre 1989 den ersten bronchoskopisch platzierbaren, sicher anzuwendenden und allgemein verfügbaren Silikon-Stent vorstellte [15]. In rascher Folge wurde dann von vielen Autoren, zum Teil an sehr kleinen Fallzahlen, über weitere Erfahrungen mit der Einlage von Metall-Endoprothesen berichtet, wie sie schon seit längerem in der Angiologie zur Anwendung kamen.

### Silikon- und Hybrid-Stents

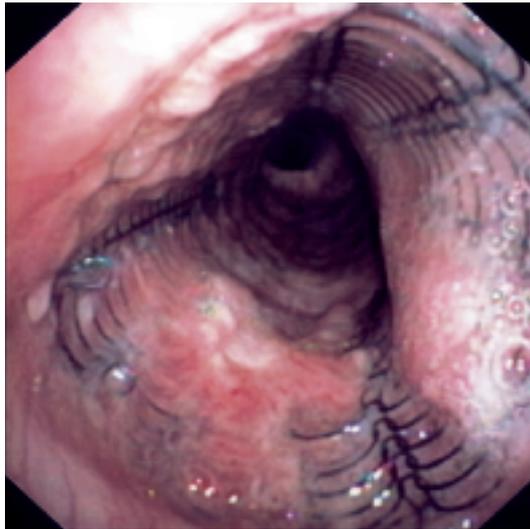
Das erste Modell, das weite Verbreitung fand, war der von Dumon entwickelte Silikon-Stent. Er besteht aus einem einfachen oder verzweigten Silikonrohr mit Noppen auf der Oberfläche zur Fixierung und wird in unterschiedlichen Durchmessern, Längen und Biegungen vertrieben. Der endoskopische Einsatz erfolgt mit dem starren Bronchoskop oder einem speziellen Implantator (Abb. 2, 3), oft auch unter zusätzlicher radiologischer Kontrolle. Da die starren Silikonrohre gegen Biegungen verkannten und durch zähes Sekret verlegt werden können, wurde als Verbesserung von Freitag in Analogie zum Wandaufbau der Luftröhre ein Hybrid-Stent aus Silikon entwickelt, der eine flexible Dorsalwand hat und dessen ventrale Wand durch Stahlspangen verstärkt ist [16]. Da die Fixation durch zwei bronchiale Schenkel an der Bifurkation erfolgt, ist dieser Stent wesentlich voluminöser und entsprechend schwieriger einzusetzen.

### Metall-Stents

Diese Prothesen bestehen aus Metallgeflechtem, die in zusammengefaltetem Zustand in die Atemwege eingebracht und dort entfaltet werden oder sich nach der Freisetzung selbst entfalten und so als künstliche Gerüste dienen. Da ihre Wandstärke wesentlich geringer ist als die der Kunststoffprothesen, bleibt für das Lumen wesentlich mehr Raum. Ausserdem sind sie wesentlich leichter zu implantieren. Die selbstexpandierenden Prothesen entfalten sich durch die geometrische Expansionskraft der Stahlfilamente, aus denen sie aufgebaut sind (Gianturco-Stent und Wall-Stent), oder durch den Memory-Effekt sog. «intelligenter» Metallegierungen aus Nickel und Titan, Nitinol genannt (Ultraflex-Tracheobronchial-Stent), der sie immer wieder in eine einmal vorgegebene Form zurückkehren lässt (Abb. 4, 5). Die Hysteresekurve letzterer sog. «memory-shape alloys» ähnelt derjenigen des Knorpels sehr stark, während die Stahlfilamente wegen ihrer Rigidität erhebliche Traumata setzen können, bis hin zur Perforation mit Fistelbildung oder Arrosionsblutung aus

**Abbildung 6**

Überschichtung eines unbeschichteten Nitinol-Stents durch Granulationsgewebe.

**Tabelle 2**

Indikationsstellungen zur Stent-Implantation bei malignem Prozess [17].

Maligne Indikationen	Anzahl Patienten	Prozent
Tumor-Einbruch	118	39%
Tumor-Kompression	111	37%
Tumor-Fistelbildung	74	24%
SUMME	303	100%

der Pulmonalarterie. Auch die selbstexpandierenden Maschendrahtprothesen können von Granulations- oder Tumorgewebe durchwachsen werden (Abb. 6) und sind dann nach interner Reokklusion kaum noch zu entfernen. Aus diesem Grund wurden beschichtete Hybride konstruiert, bei denen das Metallgeflecht von einer gewebeundurchlässigen biokompatiblen Kunststoffmembran umhüllt werden (Abb. 4) [17, 18].

### Bifurkationsstent

Da die starren Silikonrohre gegen Biegungen verkanten und oft durch zähes Sekret verlegt werden können, wurde als Verbesserung von Freitag in Analogie zum Wandaufbau der Luftröhre ein Hybrid-Stent aus Silikon entwickelt, der eine flexible Dorsalwand hat und dessen ventrale Wand durch Stahlspangen verstärkt ist. So kann sich der Querschnitt der Prothese beim Husten verringern, was die Strömungsgeschwindigkeit erhöht und damit die Bronchialtoilette erleichtert. Dieser Stent wird durch eine distale Gabelung in beiden Hauptbronchien fixiert [16]. Durch sein spezielles Design findet dieser Stent jedoch, als einziger, bei der Behandlung des Bifurkationssyndroms Verwendung.

### Stent-Auswahl und Datenlage

Der adäquate Prothesendurchmesser kann an den Branchen der Biopsiezange oder am Durchmesser des Bronchoskops abgeschätzt werden. Um eine Dislokation zu vermeiden, muss die Prothese nach der Implantation fest in der Stenose sitzen. Die richtige Länge lässt sich ausmessen, in dem man das Endoskop von distal bis zum proximalen Stenoseende durchzieht und die zurückgelegte Distanz am Endoskop abmisst [9, 18].

Insgesamt liegen Daten über ca. 2000 Patienten vor, denen knapp 3000 Stents implantiert wurden. Die weitaus grösste Gruppe wurde mit Silikon-Stents versorgt, ca. 30% erhielten Stents aus Stahl und Nitinol. Indikationen zur Stent-Implantation waren in  $\frac{2}{3}$  der Fälle maligne Läsionen (Tab. 2) ((?Tab.2 von Lektorin eingefügt, richtig?)).

Die Hauptlokalisation war mehr oder weniger Stent-abhängig; dabei spielte die vorhandene Implantationstechnik (starr/flexibel oder beides), die Verkleinerungsmöglichkeit beim «Laden» des Applikators bzw. beim Einführen in die Stenose und die mechanische Festigkeit der vorwiegend zylindrischen Endoprothesen eine Rolle. Silikon-Stents wurden in erster Linie in die Trachea eingesetzt, deutlich seltener in Stamm- und Lappenbronchien. Eine wichtige Besonderheit: der Dumon-Stent ist aufgrund seiner Form und Grösse nur für den Einsatz in der Trachea geeignet.

Stent-Dislokationen werden für maligne Läsionen in 3–13% der Prothesen beschrieben. Sie treten jedoch vor allem bei Silikon-Stents auf. Die Sekrethaftung im Stent ist ein leidiges Problem, nicht nur der Silikonprothesen. Vom Stent ausgehende Infektionen sind jedoch rar. Ein Problem der Prothesen ist die zu übel riechender Atmung führende bakterielle Kontamination der Prothesen in situ. Die Granulationsbildung an den Rändern der Stents variiert von 0–15%. Mittels Zangen oder APC können sie im Rahmen der regelmässigen endoskopischen Stent-Kontrolle meist komplikationsfrei abgetragen werden [19, 20].

Frakturen bei Metall-Stents sind selten. Das gilt ebenso für die Perforation der Bronchialwand mit nachfolgender Fistelung [11, 13, 17].

### «Multimodale Therapie» maligner Atemwegstenosen

Bei der Behandlung maligner 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 Situation 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 angegangen 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 [21, 22].

### Schlussfolgerung

Die Methoden der interventionellen Bronchoskopie bieten Tumorpatienten eine äusserst effiziente Palliativtherapie. Die rasche Rekanalisation durch mechanische Verfahren – Laser und Stenting – bewirken schnelle Symptombefreiung, die in diesem Masse weder durch eine medikamentöse Therapie noch durch eine Strahlenbehandlung erhalten werden können. Die Brachytherapie eröffnet dem Patienten eine zusätzliche Behandlungsmöglichkeit, die insbesondere bei kleinsten Tumoren auch einen kurativen Therapieansatz verfolgt. Die photodynamische Therapie bewirkt eine selektive Tumorzerstörung, ohne die Nebenwirkungen einer Strahlenbehandlung. Kurative Ansätze der Brachytherapie und der PDT bieten Patienten bei funktioneller Inoperabilität Chancen einer Heilung.

Moderne interventionelle bronchologische Verfahren bieten daher ein breites Spektrum an therapeutischen Interventionsmöglichkeiten.

Die interventionelle Bronchologie erfordert durch das Krankheitsspektrum, mit dem sie es zu tun hat, durch ihre besonderen operativen Verfahren und durch die zunehmende Differenzierung und Komplexität der mit Bronchoskopie assoziierten Techniken heute

ein relativ hohes Mass an Spezialisierung. Diesem Umstand wird mit der Regelung der Ausbildung und der Anerkennung bronchologischer Qualifikation Rechnung getragen werden, was beides in Deutschland noch aussteht.

Neben der etablierten Rolle der Bronchoskopie in der Stufendiagnostik beim Verdacht auf ein Bronchialkarzinom hat sich die interventionelle Bronchoskopie in der palliativen Therapie, aber auch in der kurativen Therapie lokaler Karzinome einen grossen Stellenwert erworben. Mit den unterschiedlichen Verfahren gelingt es Patienten in lebensbedrohlichen Situationen zu stabilisieren und neben der Verbesserung der Lebensqualität oft auch eine Lebensverlängerung zu erzielen.

### Literatur

- 1 Spira A, Ettinger DS. Multidisciplinary management of lung cancer. *N Engl J Med.* 2004;350:379–92.
- 2 Seijo LM, Sterman DH. Interventional pulmonology. *N Engl J Med.* 2001;344:740–9.
- 3 Prakash UBS. Options in the bronchoscopic therapy of airways neoplasms. *J Bronchol.* 1997;4:97–100.
- 4 Becker HD, Harms W, Herth F. Optionen und Resultate der endobronchialen Therapie. In: Drings P, Dienemann H, Wannemacher M, Hrsg. *Management des Lungenkarzinoms.* Berlin, New York: Springer; 2003. pp. 286–98.
- 5 Ernst A, Silvestri GA, Johnstone D; American College of Chest Physicians. Interventional pulmonary procedures: guidelines from the American College of Chest Physicians. *Chest.* 2003;123(5):1693–717.
- 6 Bolliger CT, Mathur PN. ERS statement on interventional pulmonology. *Eur Respir J.* 2002;19:356–72.
- 7 Herth F, Becker HD. New aspects in early detection and local staging of early lung cancer. *Lung Cancer.* 2001;34 (Suppl 3):S7–11.
- 8 Herth FJF, Beamis JF, Ernst A. History of rigid bronchoscopy. In: Beamis JF, Mathur PN, Metha AC, eds. *Interventional Pulmonary Medicine.* New York, Basel: Marcel Dekker Inc.; 2004. pp. 1–13.
- 9 Becker HD, Herth F. Tracheobronchialstents. In: Boese-Landgraf J, Gallkowski U, Layer G, Schalhorn A, Hrsg. *Regionale Tumorthherapie.* Berlin, New York: Springer; 2003. pp. 255–66.
- 10 Dumon JF. A dedicated tracheobronchial stent. *Chest.* 1990; 97:328–32.
- 11 Miyazawa T, Yamakido M, Ikeda S, Furukawa K, Takiguchi Y, Tada H, et al. Implantation of ultraflex nitinol stents in malignant tracheobronchial stenoses. *Chest.* 2000;118: 959–65.
- 12 Bolliger CT, Wyser C, Wu X, Hauser R, Studer W, Dalquen P, et al. Evaluation of a new self-expandable silicone stent in an experimental tracheal stenosis. *Chest.* 1999;115:496–501.
- 13 Gelhausen D, Herth F, Becker HD. Nitinolstent-Einlage (Ultraflex®) bei Atemwegsstenosen – eine Langzeitbeobachtung. *Pneumologie.* 2003;57(Suppl 1):S16.
- 14 Prakash UB, Stubbs SE. The bronchoscopy survey: some reflections. *Chest.* 1991;100:1660–7.
- 15 Mathisen DJ, Grillo HC. Endoscopic relief of malignant airway obstruction. *Ann Thorac Surg.* 1989;48:469–75.
- 16 Freitag L, Tekolf E, Linz B, Greschuchna D. A new dynamic airway stent. *Chest.* 1993;104(2):44.
- 17 Herth F, Becker HD, LoCicero J, Thurer R, Ernst A. Successful bronchoscopic placement of tracheobronchial stents without fluoroscopy. *Chest.* 2001;119(6):1910–2.

- 18 Herth FJF, Eberhardt R, Becker HD. Effects of self-expanding metal stents on work of breathing in patients with tracheobronchial stenosis. *J Bronchol.* 2004;11:233–7.
- 19 Reichle G, Freitag L, Kullmann HJ, Prenzel R, Macha HN, Farin G. Argon plasma coagulation in bronchology. A new method – alternative or complementary? *J Bronchol.* 2000;7: 109–17.
- 20 Sheski FD, Mathur PN. Cryotherapy, electrocautery and brachytherapy. *Clin Chest Med.* 1999;20:123–38.
- 21 Freitag L, Ernst A, Thomas M, Prenzel R, Wahlers B, Macha HN. Sequential photodynamic therapy (PDT) and high-dose brachytherapy for endobronchial tumour control in patients with limited bronchogenic carcinoma. *Thorax.* 2004; 59(9):790–3.
- 22 Santos RS, Raftopoulos Y, Keenan RJ, Halal A, Maley RH, Landreneau RJ. Bronchoscopic palliation of primary lung cancer: single or multimodality therapy? *Surg Endosc.* 2004; 18(6):931–6.