

K. Hofmann-Kiefer
H. Kunze-Kronawitter
M. Angstwurm
F. Bergauer
F. Gamarra
R. Huber
P. Conzen

Verschluss einer bronchopleuralen Fistel durch die kombinierte Anwendung von Bronchusblockade, Blutpatch und oxidiertes regeneriertes Cellulose

Endobronchial closure of a bronchopleural fistula using selective bronchus blockade and installation of a blood clot and oxidized regenerated cellulose

■ **Summary** Bronchopleural fistula is a complication of lung surgery or infectious or malignant lung disease. Management of these fistulas remains an unsolved problem in ventilated patients and no “gold standard” treatment has been established to date. Various nonsurgical and surgical techniques have been described,

but there is no generally accepted or evidence based treatment strategy. We describe the case of a 74-year-old man, suffering from idiopathic kappa-cryoglobulinemia for more than 10 years. As a consequence of his underlying disease he developed lobar pneumonia, pneumothorax and a large bronchopleural fistula of the right middle lobe bronchus. Despite continuous intercostal chest drainage and a lung protective ventilation strategy we neither achieved control of the air leak nor closure of the fistula in the first two weeks of treatment. In order to identify the origin of the bronchopleural fistula, a 4F Fogarty embolectomy catheter was inserted into the right middle lobe bronchus under continuous radiological control and, in order to close the air leak, was blocked afterwards. In addition, a blood clot was administered through the embolectomy catheter to seal the large liquid-filled cavity distal to the bronchus block. Nevertheless, only partial occlusion of the fistula could be achieved. Complete and long-lasting occlusion of the fistula was possible after the right middle lobe bronchus was additionally occluded by oxidized regenerated cellulose proximal to the bronchus block via a flexible bronchoscope. We conclude that closure of large bronchopleural

fistulas is achievable by a combination of three “easy to use” techniques and discuss this case in context with previous publications.

■ **Key words**

Bronchopleural fistula – bronchus-blockade – Fogarty catheter – oxidized regenerated cellulose – blood clot

■ **Zusammenfassung** Das Auftreten einer bronchopleuralen Fistel stellt nach wie vor eine intensivmedizinische Problemsituation dar, für die bislang keine einheitlichen Behandlungsstandards entwickelt werden konnten. Dies wird durch die große Vielzahl der in der Literatur vorgeschlagenen problemlösenden Maßnahmen verdeutlicht. Mit einer Inzidenz von 0,8 bis 15% der Fälle treten bronchopleurale Fisteln als Komplikation in der Thoraxchirurgie auf. Ohne vorausgehendes OP-Trauma entwickeln sie sich meist im Zusammenhang mit pulmonalen bakteriellen Infektionen auf dem Boden unterschiedlicher Grunderkrankungen. Wir beschreiben den Fall eines Patienten mit plasmapherese-pflichtiger IgM/IgG-Kappakryoglobulinämie, bei dem es als Folge einer abszedierenden Staphylokokkenpneumonie zur Ausbildung eines

Eingegangen: 30. September 2004
Akzeptiert: 27. Oktober 2004

K. Hofmann-Kiefer (✉)
H. Kunze-Kronawitter · P. Conzen
Klinik für Anästhesiologie der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Klinikum Innenstadt
Maistraße 11
80337 München, Germany
Tel.: 089/51 60-45 45
Fax: 089/51 60-49 09
E-Mail: Klaus.Hofmann-Kiefer@
med.uni-muenchen.de

M. Angstwurm · F. Bergauer · F. Gamarra
R. Huber
Klinik für Innere Medizin der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Klinikum Innenstadt

Pneumothorax mit großer bronchopleuraler Fistel im Bereich des rechten Mittellappens kam. Trotz mehrfacher Drainage und Anwendung einer lungenprotektiven Beatmung konnte die Fistel, deren Leckagevolumen bis zu 50% des Tidalvolumens betrug, zunächst nicht geschlossen werden. In einem zweizeitigen Vorgehen wurde daher der zuführende Lappen-

Bronchus mit Hilfe eines Fogarty-Ballon-Katheters geblockt, eine distal des Ballons gelegene Seromhöhle mit einem Eigenblutpatch gefüllt und letztlich der Bronchus proximal des Ballonkatheters mit oxidierte regenerierter Cellulose abgedichtet. Durch diese Kombination konservativer Maßnahmen konnte ein dauernder Fistelverschluss erreicht wer-

den. Die beschriebene Behandlungsmethode wird im Zusammenhang mit einer ausführlichen Literaturdarstellung diskutiert.

■ Schlüsselwörter

Bronchopleurale Fistel –
Bronchus-Blockade –
Fogarty-Katheter –
Oxidierte regenerierte Cellulose –
Blutpatch

Die erfolgreiche Behandlung bronchopleuraler Fisteln stellt nach wie vor eine anspruchsvolle intensivmedizinische Aufgabe dar. Die Vielzahl der in der Literatur vorgeschlagenen problemlösenden Maßnahmen reicht von der Ein-Lungen-Ventilation [3, 4, 10, 22, 29], high frequency jet ventilation und anderen differenzierten Beatmungstechniken [5, 12, 26] über die Platzierung intrabronchialer Balonkatheter [16, 24, 27, 28, 30] bis hin zur chirurgischen Fistelsanierung [1, 8, 13, 15, 25, 34] und sogar Lungenteilresektion [32]. Zudem sind zahlreiche Techniken beschrieben worden, bronchopleurale Fisteln durch klebende, okkludierende oder auch cytotoxische Reagenzien, teilweise in Kombination mit technischen Maßnahmen, zu verschließen [13, 14, 18, 20, 23, 31, 35].

Wir beschreiben den Fall eines Patienten mit abszedierender Staphylokokkenpneumonie, bei dem es zur Ausbildung eines Pneumothorax mit großer bronchopleuraler Fistel im Bereich des rechten Mittellappens gekommen war. Erst durch eine Kombination konservativer Maßnahmen konnte ein dauernder Fistelverschluss erreicht werden.

Fallbeschreibung

Der Patient wurde uns wegen zunehmender respiratorischer Erschöpfung bei Verdacht auf Pneumonie aus der internistischen Ambulanz unserer Klinik zuverlegt. Wegen einer idiopathischen IGM/IgG-Kappakryoglobulinämie war er seit über 10 Jahren in der Stoffwechselambulanz unserer Klinik behandelt worden. Er war mit 50 mg/d Decortin-H immunsupprimiert und wurde 14-tägig einer Plasmapherese unterzogen.

Verlauf

Neben der sowohl klinisch, als auch messtechnisch eindeutigen respiratorischen Insuffizienz (AF 45–50, PaO₂ 51 mmHg bei Zufuhr von 10 l O₂/min über eine

Maske) bot der Patient auch Zeichen eines septischen Krankheitsbildes mit instabiler Hämodynamik (RR 65/40), Fieber >39 °C, Leukozytose (18 000 G/l) und hohem CRP (40 mg/dl). Die Nierenfunktion war mit einer Kreatininclearance von 26 ml/min stark eingeschränkt, die Retentionswerte Kreatinin (2,7 mg/dl) und Harnstoff-Stickstoff (47 mg/dl) erhöht, so dass hier von einem drohenden Multiorganversagen auszugehen war.

Nach Anlage eines ZVK, einer arteriellen Blutdruckmessung und Stabilisierung der Kreislaufverhältnisse mit 2,5 l Volumenersatzlösungen und hochdosierter Katecholamintherapie (Noradrenalin bis 0,6 µg/kg/min, Dobutamin bis 8,5 µg/kg/min) wurde der Patient intubiert und beatmet.

Im unmittelbar darauf angefertigten Röntgenbild des Thorax zeigten sich beidseits ausgedehnte Infiltrate und ein großer Spannungs-Pneumothorax rechts (s. Abb. 1), der durch eine Thoraxdrainage nach Bülow zunächst suffizient entlastet werden konnte. Der Gasaustausch blieb allerdings trotz kontrollierter Beat-

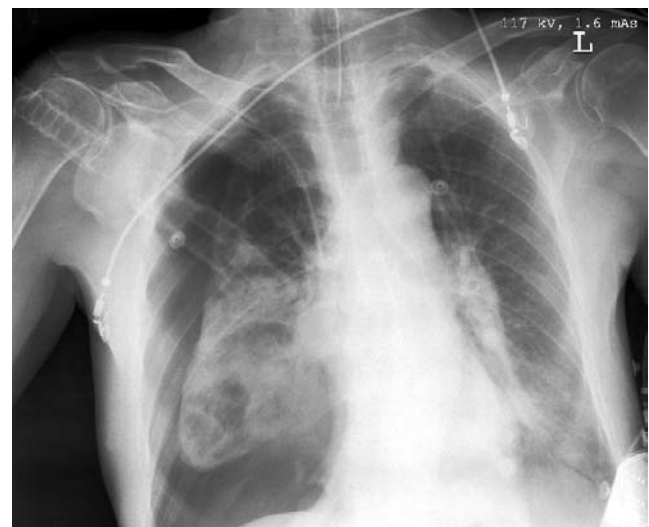


Abb. 1 Rö.-Thorax am Aufnahmetag, großer Spannungs-pneumothorax rechts

mung (BIPAP 27/10 mbar, Frequenz 12/min, I:E 1:1, FiO_2 0,6) mit einem paO_2 von 85 mmHg eingeschränkt.

Nach Asservierung von mikrobiologischen Proben wurde eine kalkulierte Antibiotikatherapie mit Erythromycin und Ceftriaxon begonnen und, nachdem sich aus dem Trachealsystem *Staphylokokkus aureus* isolieren ließ, um Flucloxacillin erweitert. Daraufhin gingen die Entzündungsparameter deutlich zurück, Kreislauf und Nierenfunktion stabilisierten sich.

Der weitere Verlauf war bestimmt durch eine große bronchopleurale Fistel des rechten Lungen-Mittellappens, wahrscheinlich durch die einschmelzende Pneumonie entstanden, und rekurrende Infektionen der Lunge mit *Stenotrophomonas maltophilia*, *Alcaligenes faecalis* und *Enterobakter cloacae*.

Trotz CT-gestützter Anlage von 2 weiteren Thoraxdrainagen verschloss sich die große bronchopleurale Fistel unter einem Sog von 15–25 cm H_2O nicht. Es kam zu einem Luftaustritt von maximal 300 ml pro Atemzug, bei einem maschinell verabreichten Tidalvolumen von 650 ml (entsprechend 8 ml/kg/KG). Auch eine konservative Beatmungsstrategie mit Spitzendrücken unter 25 mbar (Tidalvolumen 5–6 ml/kg) und einem minimalen PEEP von 5 mbar brachte keine Verbesserung der Situation. Von einer operativen Sanierung (Lobektomie rechter Mittellappen, evtl. Pneumonektomie) wurde in dieser Akutsituation abgesehen, da immer noch davon auszugehen war, dass Teile der rechten Lunge bakteriell infiziert waren.

Am 10. Tag nach Aufnahme stellte sich im CT-Thorax erstmals eine große Kaverne im rechten Mittellappen dar (s. Abb. 2). Durch endobronchiale Kontrastmittelgabe unter Durchleuchtung konnte nachgewiesen werden, dass diese Kaverne Anschluss an



Abb. 2 CT-Thorax am 10. Behandlungstag

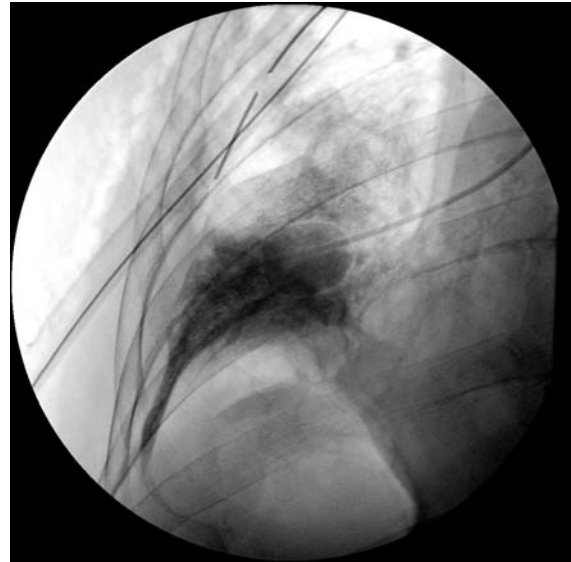


Abb. 3 Durchleuchtung mit Kontrastmittelgabe, man erkennt den Abfluss des Kontrastmittels aus der Kaverne in die Pleurahöhle und den Ballon des Fogarty-Katheters

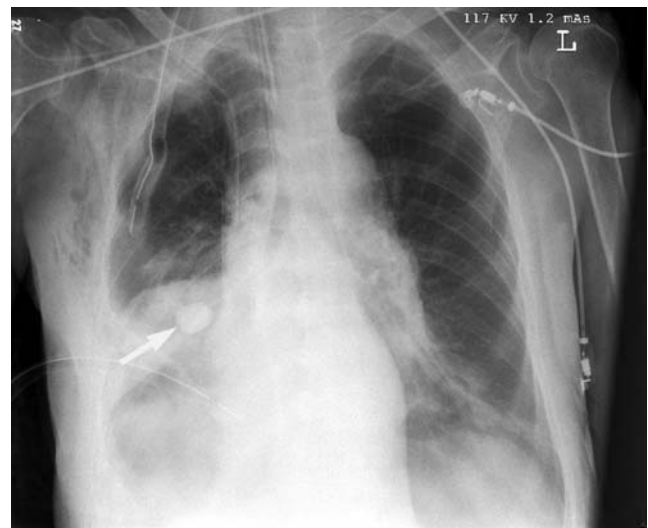


Abb. 4 Liegender Fogarty-Katheter

die Pleura hatte (s. Abb. 3). Hierbei konnte die Fistel im Segment 4 lokalisiert werden.

Daraufhin wurde per flexibler Bronchoskopie (Pentax FB 15X, PENTAX Europe GmbH Hamburg) durch den Endotrachealtubus versucht, den zur Kaverne ziehenden Mittellappen-Bronchus zu verschließen. Hierzu wurde ein handelsüblicher 4 F Fogarty-Katheter (Le Maitre Vascular, Burlington USA) im rechten Mittellappen so platziert, dass der Ballon des Katheters in der Kaverne, d.h. distal der „Einkündung“ des Mittellappenbronchus zu liegen kam (s. Abb. 4). Diese Maßnahme allein reichte jedoch

nicht aus um die Fistel zu verschließen. Mit dem Ziel die Kaverne aufzufüllen und dadurch den Fistelverschluss zu erreichen, wurden daher in einem nachfolgenden Schritt insgesamt 60 ml Eigenblut des Patienten durch den Fogarty-Katheter in die Kaverne gespritzt.

Hierdurch kam es zwar zu einer Reduktion des Luftlecks auf ca. 200 ml/Atemzug, jedoch noch nicht zu einem vollständigen Sistieren der Fistelung. Am 15. Behandlungstag wurde daher zusätzlich eine bronchoskopische Tamponade des Mittellappenbronchus mit oxidiert regenerierter Cellulose (Tabotamp®, Johnson & Johnson WM-ETHICON GmbH, Norderstedt) durchgeführt. Hierzu wurden mehrere ca. 1×1 cm große Streifen aus der Cellulose geschnitten, etwas zusammengedrückt und mit einer handelsüblichen Zange zur bronchoskopischen Probenentnahme aus der Lunge gefasst. Das (flexible) Bronchoskop wurde anschließend in den rechten Mittellappenbronchus eingeführt und eines der Cellulosestückchen vor den gut erkenntlichen Ballon des Fogarty-Katheters platziert. Dieser Vorgang wurde solange wiederholt bis der Bronchus durch die Cellulosestreifen komplett verschlossen war, wobei der Ballon des Katheters als Widerlager diente.

Klinisch kam es hierauf zu einem Verschluss der bronchopleuralen Fistel. Über die liegende Monaldi-Drainage ließ sich kein Luftaustritt mehr feststellen. Ein Verlust von Atemzugvolumen ließ sich ab diesem Zeitpunkt am Beatmungsgerät (Siemens Servo 300 A Ventilator Siemens-Elementa, Schweden) ebenfalls nicht mehr nachweisen.

Ein erneutes Kontroll-CT zeigte jedoch, dass sich in dem ursprünglichen Pneumothorax durch Bindegewebe Septierung mittlerweile eine zweite, teilweise mit Luft und teilweise mit Flüssigkeit gefüllte Kaverne, ohne offensichtlichen Anschluss an die noch liegende Drainage, gebildet hatte. Wiederum CT-gestützt wurde die Kaverne drainiert – hier ließ sich nur wenig Luft absaugen.

Von diesem Zeitpunkt an kam es nicht mehr zum Auftreten pulmonaler Komplikationen.

Der Fogarty-Katheter wurde am 23. Behandlungstag entfernt. Hierbei traten trotz der liegenden Cellulose-Tamponade keine Probleme auf. Bei zunehmender Spontanatmung und klinisch nicht mehr nachweisbarer Fistelung wurde die letzte liegende Monaldi-Drainage am 35. Behandlungstag gezogen. Ein abschließendes Kontroll-CT zeigte noch Reste der beschriebenen Kaverne, die jetzt allerdings, im Sinne eines Serothorax, flüssigkeitsgefüllt waren.

Trotz der komplizierten Situation im Bereich des rechten Mittellappens kam es über den oben beschriebenen Zeitraum zu einer kontinuierlichen Besserung der respiratorischen Gesamtsituation des mittlerweile tracheotomierten Patienten.

Bei zunehmend suffizienter Spontanatmung konnte der Patient nach 49 Tagen Intensivtherapie dekanüliert werden. Die anschließend wegen einer ausgeprägten Critical Illness Myopathie eingeleitete Rehabilitation verlief bis zur Entlassung des Patienten ohne pulmonale Probleme.

Diskussion

Der vorliegende Fallbereich zeigt, wie durch einfache Maßnahmen, die unseres Wissens nach, als Kombination bislang noch nicht beschrieben worden sind, ein lebensbedrohliches und nicht seltenes Krankheitsbild der Intensivmedizin therapiert werden konnte.

Bronchopleurale Fisteln treten in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle als Komplikation in der Thoraxchirurgie auf. Verschiedene Untersucher [7, 17] konnten zeigen, dass die Häufigkeit bronchopleuraler Fisteln trotz moderner Operationsmethoden mit 0,8–15% immer noch relativ hoch ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn Risikofaktoren vorliegen wie z. B. Tumorerkrankung als Anlass der Operation, tracheanahe Bronchusresektion, kurzer Bronchusstumpf, vorbestehende Bestrahlung oder perioperative pulmonale Infektionen.

Sind die bronchopleuralen Fisteln nicht Folge eines operativen Eingriffs, so entwickeln sie sich meist im Zusammenhang mit bakteriellen Infektionen oder einem Pleuraempyem, sowie als Folge invasiv wachsender Tumore, rupturierter Bullae oder Bronchiektasien.

Die Anwendbarkeit operativer Methoden zur Fistelsanierung ist in diesen Fällen in der Regel stark eingeschränkt. Letztlich besteht bei allen Operationsverfahren die Gefahr, in dem infizierten, sehr vulnerablen Lungengewebe einen neuen locus minoris resistentiae zu schaffen und so ein Fistelrezidiv zu provozieren. Außerdem sind insbesondere die offenen operativen Verfahren mit einer hohen Mortalität behaftet [16].

Als weitgehend etablierte Indikationen für die operative Sanierung bronchopleuraler Fisteln gelten daher lediglich ausgedehnte pulmonale Abszesse bei Versagen der konservativen antibiotischen Therapie sowie eine Nekrose von Lungenanteilen. Kelm et al. [19] empfahlen die operative Fistelsanierung bei beatmeten Patienten, die im Zusammenhang mit einem Thoraxtrauma sekundär an einer Pneumonie erkrankten. Jedoch hatte diese Patientengruppe mit oder ohne Operation eine hohe Mortalität.

Zur konservativen Therapie bronchopleuraler Fisteln gibt es prinzipiell drei Gruppen von Behandlungsverfahren. Die breiteste Anwendung fanden bislang Modifikationen des Beatmungsregimes bei beat-

meten Patienten mit dem Ziel, die betroffene Lunge möglichst ruhig zu stellen und so einen Fistelverschluss zu erreichen [3–6, 10, 12, 21, 22, 26]. Außerdem kann versucht werden in den betroffenen Bronchus okkludierende oder verklebende Substanzen einzubringen [14, 18, 20, 35], respektive durch die Applikation von prinzipiell cytotoxischen Substanzen [23, 31, 33] eine Entzündungsreaktion mit anschließender Verklebung der Fistel hervorzurufen. Als dritte Therapieoption besteht die Möglichkeit durch das endobronchiale Einbringen eines Ballonkatheters den betroffenen Lappen-Bronchus und damit die Fistel zu verschließen [16, 24, 28, 30].

Bislang gibt es in der Literatur allerdings keinerlei vergleichende Studien zur Effizienz der verschiedenen Verfahren. Insbesondere zu den konservativen Methoden zum Verschluss bronchopleuraler Fisteln existieren nahezu ausschließlich Einzelfallberichte. Modifikationen der Beatmung stellen hierbei die am längsten erprobten Verfahren da und werden durchaus von der Mehrzahl der Untersucher als effizient beurteilt. Nichts desto weniger ist insbesondere die Ein-Lungenventilation oftmals mit einer Reihe von technischen Schwierigkeiten behaftet. Hierzu zählen beispielsweise die schwierige Platzierung des Tubus, Schwierigkeit die korrekte Position des Tubus im klinischen Routinebetrieb aufrechtzuerhalten (Lagerungsmanöver), u. U. Bereitstellen eines zweiten Beatmungsgerätes. Zudem ist sicherlich bei großen Teilen des betroffenen Patientenguts die pulmonale Insuffizienz so ausgeprägt, dass eine komplett einseitige Beatmung nicht tolerable Oxigenierungsprobleme mit sich bringt. Durch Beatmung der betroffenen Lunge über high frequency jet ventilation ließ sich in einem von Mortimer [26] beschriebenen Fall die Oxigenierung dramatisch verbessern.

Otruba und Oxorn [27] berichten allerdings über einen Patienten, bei dem sich die Fistel weder durch eine seitengetrennte Beatmung, noch durch high frequency jet ventilation, sondern erst durch eine selektive Blockade des betroffenen Lappenbronchus schließen ließ.

Verklebende oder okkludierende Substanzen wurden in einer Vielzahl von Variationen zum Fistelverschluss eingesetzt. Hierbei reicht das Spektrum von Fibrinklebern [11, 36], Albumin-Glutaraldehyd (Bio-Glue®) [20], oxidiertes regeneriertes Cellulose (Tabotamp®) [30] bis hin zu reinem Alkohol [31]. In den meisten Untersuchungen wird der verwendete Klebstoff dabei bronchoskopisch (starr oder flexibel) fistelnah in den betroffenen Lappen- oder Segmentbronchus eingebracht. Fibrinkleber konnte hierbei nicht in allen Fällen eine ausreichende Stabilität aufweisen, um die Fistel auf Dauer zu verkleben [9], Albumin-Glutaraldehyd (Bio-Glue®) scheint günstigere Eigenschaften zu besitzen [20].

Oxidiertes regeneriertes Cellulose, wird, mit Ausnahme des hier beschriebenen Falles, bislang nur einmal als Mittel zum Verschluss einer bronchopleuralen Fistel erwähnt [30]. Die Substanz selbst dient in der Chirurgie in der Regel als resorbierbares Hämostyptikum bei kleineren Blutungen. Es handelt sich bei oxidiertem regeneriertem Cellulose also nicht um einen Gewebe-Kleber im eigentlichen Sinn. Typisch für Tabotamp® ist aber ein Zusammenschrumpfen und Verkleben bei Kontakt mit feuchten Oberflächen. Die Substanz ist daher unserer Erfahrung nach durchaus geeignet kleinere Hohlräume abzudichten, wenn sie in ausreichender Menge appliziert wird.

Ein endobronchialer Blutpatch zum Fistelverschluss ist in der Literatur bislang ebenfalls nur im Zusammenhang mit einer zeitgleichen Tetracyclininstallation in einen großen Lungenabszess, beschrieben [23]. Ob ein Eigenblutpatch allein zum Fistelverschluss ausreichend sein könnte, scheint fraglich. Außerhalb einer klar definierten Abzess- oder Seromhöhle des Bronchialsystems dürfte es nur schwer möglich sein, Blut dauerhaft und „zielgenau“ im Bereich einer Fistel einzubringen. Bei Anwendung dieser Technik darf zudem nicht außer Acht gelassen werden, dass Blut – eingebracht in das Bronchialsystem – einen idealen Nährboden für evtl. noch vorhandene Erreger darstellt.

Im Gegensatz zu den bisher diskutierten Verfahren scheint sich, neben der Applikation differenzierter Beatmungstechniken, der gezielte Verschluss des betroffenen Lappenbronchus durch einen Ballonkatheter als Standardverfahren in der konservativen Therapie bronchopleuraler Fisteln zu etablieren [2, 16, 24, 27, 28, 30]. Verschiedene Bronchus-Blocker stehen zur Verfügung, wobei sich die Verwendung handelsüblicher Embolektomiekatheter (Fogarty-Katheter) auch zur Blockade kleinerer (Lappen)-Bronchen anbietet.

In unserem Fall konnte die bronchopleurale Fistel erst durch eine Kombination aus Bronchusblockade, Blutpatch und „Verklebung“ mit oxidiertem regeneriertem Cellulose geschlossen werden. Hierbei lässt sich sicherlich in Frage stellen, ob der Blutpatch tatsächlich einen effektiven Anteil am Verschluss der Fistel hatte. In unserem Fall diente er lediglich dazu die große Seromhöhle innerhalb des rechten Mittellappens „aufzufüllen“. Es bestand allerdings eine radiologisch nachweisbare Verbindung zwischen der Höhle und der Fistel. Für die Wirksamkeit des Blutpatches spricht die Reduktion des bronchopleuralen Luftlecks um ca. 30%. Entscheidend für den Erfolg war aber sicherlich die Bronchusblockade in Verbindung mit der Tabotamp®-Applikation.

Wichtig scheint uns zu sein, dass der Fistelverschluss mit einfachen, auf jeder Intensivstation verfügbaren Mitteln durchgeführt werden konnte. Weder

aufwendige operative Verfahren, noch eine seitengetrennte Beatmung, die der Patient möglicherweise nicht toleriert hätte, mussten angewendet werden.

Da es sich bei dem hier vorliegenden Bericht (wiederum) nur um die Beschreibung eines Einzelfalls handelt, kann über die Effizienz des Verfahrens

bei einer größeren Zahl von Patienten nichts ausgesagt werden. Um unter der Vielzahl der beschriebenen Verfahren zum Verschluss bronchopleuraler Fisteln eine Standardtechnik zu etablieren, wäre ein einheitliches Vorgehen mehrerer großer pulmonologischer Zentren sicherlich wünschenswert.

Literatur

- Athanassiadi K, Kalavrouziotis G, Bellenis I (1999) Bronchopleural fistula after pneumonectomy: a major challenge. *Acta Chir Hung* 38:5-7
- Campos JH (2003) An update on bronchial blockers during lung separation techniques in adults. *Anesth Analg* 97:1266-1274
- Carvalho P, Thompson WH, Riggs R, Carvalho C, Charan NB (1997) Management of bronchopleural fistula with a variable-resistance valve and a single ventilator. *Chest* 111:1452-1454
- Charan NB, Carvalho CG, Hawk P, Crowley JJ, Carvalho P (1995) Independent lung ventilation with a single ventilator using a variable resistance valve. *Chest* 107:256-260
- Darwish RS, Gilbert TB, Fahy BG (2003) Management of a bronchopleural fistula using differential lung airway pressure release ventilation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 17:744-746
- Derderian SS, Rajagopal KR, Abbrecht PH, Bennett LL, Doblar DD, Hunt KK (1982) High frequency positive pressure jet ventilation in bilateral bronchopleural fistulae. *Crit Care Med* 10:119-121
- Deschamps C, Bernard A, Nichols FC III, Allen MS, Miller DL, Trastek VF, Jenkins GD, Pairolero PC (2001) Empyema and bronchopleural fistula after pneumonectomy: factors affecting incidence. *Ann Thorac Surg* 72:243-247 (discussion 248)
- Dosios T, Papadopoulos O, Mantas D, Georgiou P, Asimacopoulos P (2003) Pedicled myocutaneous and muscle flaps in the management of complicated cardiothoracic problems. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 37:220-224
- Fleisher AG, Evans KG, Nelems B, Finley RJ (1990) Effect of routine fibrin glue use on the duration of air leaks after lobectomy. *Ann Thorac Surg* 49:133-134
- Gayes JM (1993) Pro: one-lung ventilation is best accomplished with the Univent endotracheal tube. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 7:103-107
- Glover W, Chavis TV, Daniel TM, Kron IL, Spotnitz WD (1987) Fibrin glue application through the flexible fiberoptic bronchoscope: closure of bronchopleural fistulas. *J Thorac Cardiovasc Surg* 93:470-472
- Ha DV, Johnson D (2004) High frequency oscillatory ventilation in the management of a high output bronchopleural fistula: a case report. *Can J Anaesth* 51:78-83
- Hanaoka T, Nakajima Y, Shiraishi Y, Katsuragi N, Konno H (2004) Transposition of modified latissimus dorsi musculocutaneous flap in the treatment of persistent bronchopleural fistula after posterolateral incision. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 52:84-87
- Hirata T, Ogawa E, Takenaka K, Uwokawa R, Fujisawa I (2002) Endobronchial closure of postoperative bronchopleural fistula using vascular occluding coils and n-butyl-2-cyanoacrylate. *Ann Thorac Surg* 74:2174-2176
- Infante MV, Alloisio M, Balzarini L, Cariboni U, Testori A, Incarbone MA, Macri P, Ravasi G (2004) Protection of right pneumonectomy bronchial sutures with a pedicled thymus flap. *Ann Thorac Surg* 77:351-353
- Jain R, Baijal SS, Phadke RV, Pandey CK, Saraswat VA (2000) Endobronchial closure of a bronchopleural cutaneous fistula using angiography catheters. *AJR Am J Roentgenol* 175:1646-1648
- Joo JB, DeBord JR, Montgomery CE, Munns JR, Marshall JS, Paulsen JK, Anderson RC, Meyer LE, Estes NC (2001) Perioperative factors as predictors of operative mortality and morbidity in pneumonectomy. *Am Surg* 67:318-321 (discussion 321-322)
- Kanno R, Suzuki H, Fujii K, Ohishi A, Gotoh M (2002) Endoscopic closure of bronchopleural fistula after pneumonectomy by submucosal injection of polidocanol. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 50:30-33
- Kelm C, Padberg W, Zimmermann T, Schwemle K (1993) Lung resections for pulmonary infections in intensive care patients. *Chirurg* 64:279-282
- Lin J, Iannettoni MD (2004) Closure of bronchopleural fistulas using albumin-glutaraldehyde tissue adhesive. *Ann Thorac Surg* 77:326-328
- Litmanovitch M, Joynt GM, Cooper PJ, Kraus P (1993) Persistent bronchopleural fistula in a patient with adult respiratory distress syndrome. Treatment with pressure-controlled ventilation. *Chest* 104:1901-1902
- Lohse AW, Klein O, Hermann E, Lohr H, Kreitner KF, Stepling H, Meyer zum Buschenfelde KH, Staritz M (1993) Pneumatoceles and pneumothoraces complicating staphylococcal pneumonia: treatment by synchronous independent lung ventilation. *Thorax* 48:578-580
- Martin WR, Siefkin AD, Allen R (1991) Closure of a bronchopleural fistula with bronchoscopic instillation of tetracycline. *Chest* 99:1040-1042
- McCormick BA, Wilson IH, Berrisford RG (1999) Bronchopleural fistula complicating group A beta-haemolytic streptococcal pneumonia. Use of a Fogarty embolectomy catheter for selective bronchial blockade. *Intensive Care Med* 25:535-537
- Meyer AJ, Krueger T, Lepori D, Dusmet M, Aubert JD, Pasche P, Ris HB (2004) Closure of large intrathoracic airway defects using extrathoracic muscle flaps. *Ann Thorac Surg* 77:397-404 (discussion 405)
- Mortimer AJ, Laurie PS, Garrett H, Kerr JH (1984) Unilateral high frequency jet ventilation. Reduction of leak in bronchopleural fistula. *Intensive Care Med* 10:39-41
- Otruba Z, Oxorn D (1992) Lobar bronchial blockade in bronchopleural fistula. *Can J Anaesth* 39:176-178
- Oxorn D (1987) Use of fiberoptic bronchoscope to assist placement of a Fogarty catheter as a bronchial blocker. *Can J Anaesth* 34:427-428
- Slinger P (1993) Con: the Univent tube is not the best method of providing one-lung ventilation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 7:108-112

30. Sprung J, Krasna MJ, Yun A, Thomas P, Bourke DL (1994) Treatment of a bronchopleural fistula with a Fogarty catheter and oxidized regenerated cellulose (surgical). *Chest* 105:1879–1881
31. Takaoka K, Inoue S, Ohira S (2002) Central bronchopleural fistulas closed by bronchoscopic injection of absolute ethanol. *Chest* 122:374–378
32. Toker A, Tanju S, Dilege S, Kalayci G (2002) Sleeve resection of the right main bronchus for postlobectomy broncho-pleural fistula. *Eur J Cardiothorac Surg* 22:1020–1022
33. Travaline JM, Criner GJ (1993) Persistent bronchopleural fistulae in an AIDS patient with *Pneumocystis carinii* pneumonia. Successful treatment with chemical pleurodesis. *Chest* 103:981
34. Walser EM, Gomez G, Zwischenberger JB, Ozkan O, Pulnik J, Gouner C, Meisamy S (2004) Combined transthoracic and transtracheal closure of large bronchopleural fistulae. *J Laparosc Adv Surg Tech A* 14:97–101
35. Watanabe S, Watanabe T, Urayama H (2003) Endobronchial occlusion method of bronchopleural fistula with metallic coils and glue. *Thorac Cardiovasc Surg* 51:106–108
36. York EL, Lewall DB, Hirji M, Gelfand ET, Modry DL (1990) Endoscopic diagnosis and treatment of postoperative bronchopleural fistula. *Chest* 97:1390–1392