

# Mediastinalemphysem

**Das Mediastinalemphysem (ME) oder Pneumomediastinum ist ein Symptom verschiedenster Pathologien. Man unterscheidet zwar das spontane [22] und das sekundäre Mediastinalemphysem (Hamman's syndrome); beiden „Formen“ liegt aber eine andere Erkrankung verschiedenster Organe in unterschiedlichen Körperregionen zugrunde. Als dritte Form ist das posttraumatische oder iatrogen induzierte Pneumomediastinum hinsichtlich der Ätiologie zu erwähnen. Eine sinnvolle Systematik für dieses Phänomen erschließt sich aus Ätiologie und Pathogenese, indem man den Weg des Gases retrograd aus dem Mediastinum zu seinem jeweiligen Ursprung verfolgt. Diese Systematik ist der Schlüssel zum richtigen Umgang mit diesem interessanten und vielschichtigen Phänomen.**

Die Seltenheit des Pneumomediastinums, seine stark variierende klinische Ausprägung sowie die große Spannweite der Begleitsymptome und des Leidensdrucks machen es nicht leicht, allgemein gültige Behandlungspfade zu erstellen. Wichtig für die weitere Diagnostik und insbesondere für die Therapieentscheidung ist der Ursprung des Gases und damit die Grunderkrankung. Das Therapiespektrum reicht von Zuwarten [4] bis zum risikoreichen Notfall Eingriff.

## Ätiologie und Pathogenese

Ausgangspunkte für das Gas eines Mediastinalemphysems sind

- a) die oberen Atemwege mit Oropharynx und Larynx,
- b) die Trachea und die Hauptbronchien,
- c) die Lunge,

- d) der luftgefüllte Pleuraraum (Pneumothorax),
- e) der obere und untere Gastrointestinaltrakt,
- f) die Außenwelt,
- g) gasbildende Bakterien im Mediastinum.

Ein Sonderfall in dieser Systematik ist

- h) das ME nach Thoraxoperationen.

Den genannten Ausgangspunkten für das Mediastinalemphysem lassen sich jeweils verschiedene Ursachen zuordnen.

## Oropharynx und Larynx

Nach Zahnextraktionen und Operationen am Unterkiefer sind ME beschrieben [10]. Auch nach Operationen am Larynx kann es zu Perforationen mit Pneumomediastinum kommen. Bei spitzen und stumpfen Traumen des Gesichtsschädels ist es ebenfalls beschrieben [30].

## Trachea und Hauptbronchien

Das ME nach stumpfem Thoraxtrauma ist oft das einzige klinische Zeichen einer Trachea- und Hauptbronchusruptur [6]. Außerdem können Perforationen der Trachea und/oder Hauptbronchien bei interventionellen Bronchoskopien auftreten [14, 17, 35]. Bei zentralen Bronchialkarzinomen kommt es in sehr seltenen Fällen spontan, häufiger aber durch Tumornekrose unter Strahlentherapie zu Perforationen der zentralen Atemwege, die sich in einem ME bemerkbar machen können.

Intubation und Tracheotomie [41, 25] – insbesondere die Dilatationstracheotomie ohne bronchoskopische Kontrolle [23, 39] – bergen das Risiko der Verletzung der Pars membranacea mit und ohne Perfora-

tion des Ösophagus. Dabei entwickelt sich das ME aber nur bei insuffizientem Cuff der Trachealkanüle oder wenn die Perforation tiefer als das Cuff-Ende der Kanüle reicht.

## Lunge

Anatomisch befinden sich die intrapulmonalen Luftwege sowie die Alveolen extrapleurale, d. h. im gleichen Raum wie das Mediastinum. Bei Luftaustritt infolge einer Ruptur der Alveolenwand tritt diese zunächst in das pulmonale Interstitium ein – und nicht primär in den Pleuraraum. Von dort kann die Luft insbesondere bei erhöhtem expiratorischen Druck in der Lunge bei COPD oder Asthma entlang den Bronchiolen und Bronchien ins Mediastinum verlagert werden und als spontanes Mediastinalemphysem (Abb. 1) klinisch in Erscheinung treten [9, 27]. Es ist bei gleicher Ätiologie mit einem (Mantel-) Pneumothorax vergesellschaftet, wenn es mit der Ruptur der Alveole gleichzeitig zum spontanen Einriss der Pleura visceralis kommt. Wahrscheinlich sind COPD und Asthma die häufigsten Ätiologien für das ME und man kann davon ausgehen, dass die Mehrzahl der Fälle weder klinisch auffällig wird noch behandelt werden muss. Neben COPD und Asthma scheinen Bronchiolitis obliterans, systemische Sklerose und Dermatomyositis [34] die Entstehung eines ME zu begünstigen.

## ➤ COPD und Asthma sind wohl die häufigsten Ursachen für das ME

Nach körperlicher Anstrengung wie Sport, Erbrechen [13], Krampfanfall, Geschlechtsverkehr [36] ist das ME beschrieben. In den meisten Publikationen wird

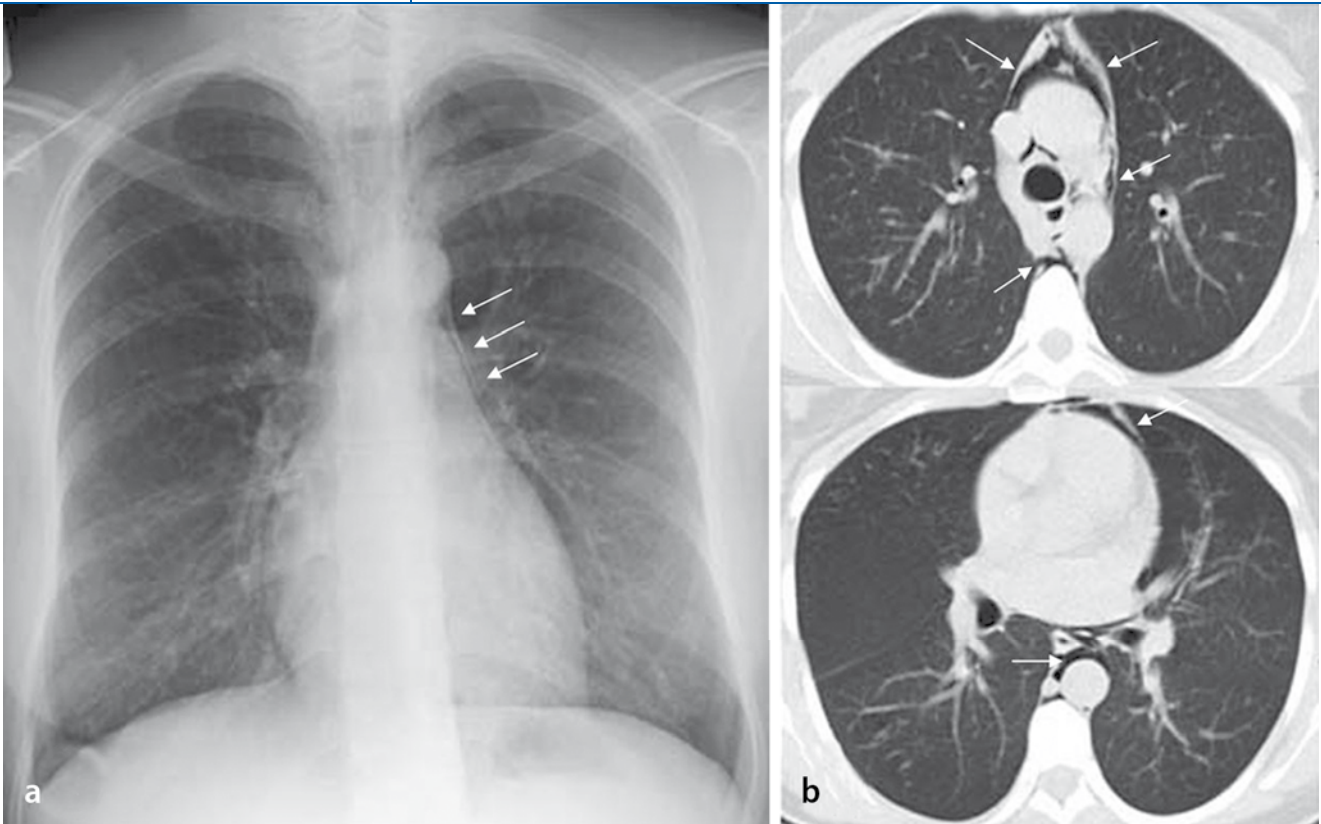


Abb. 1 ▲ Spontanes Mediastinalempysem (Pfeile) bei Asthma. a Röntgenbild, b CT

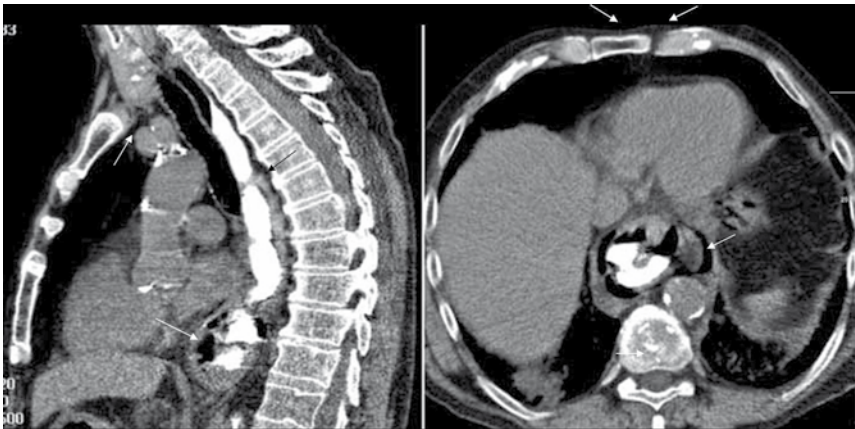


Abb. 2 ▲ Mediastinalempysem (Pfeile) bei Boerhaave-Syndrom

als Pathomechanismus ein „Barotrauma“ im weitesten Sinn postuliert [31]. Die allgemein übliche Feststellung eines kurzfristigen intraalveolären Druckanstiegs als Ursache für eine Wandruptur einer Alveole [12] bedarf dringend der Reflexion bzw. Revision; denn nicht der Druckanstieg in einem luftgefüllten Hohlraum, sondern der Druckunterschied zwischen dem Hohlraum und der Umgebung führen zur Ruptur. Bei allen beschriebenen Ereignissen wie Husten, Pressen, körperliche Anstrengung etc. steigt zwar

der Druck im Alveolarraum – vielleicht auch abrupt –, hervorgerufen wird dieser Druckanstieg aber von außen, d. h. über den erhöhten Pleuradruk. Dieser wird durch die Bauchmuskulatur unter Kontraktion der Interkostalmuskulatur bei geschlossener Glottis erzeugt. Will man also eine Ruptur der Alveolarwand u. a. für das spontane Mediastinalempysem postulieren, dann müssen andere Phänomene als der erhöhte intraalveoläre Druck im Spiel sein. Am ehesten sind das Scherkräfte bei der plötzlichen Verformung der Lufträu-

me, die lokal die Wandspannung erhöhen und so zu deren Einreißen führen.

Bei Berichten über Mediastinalempysem nach Flügen bleibt es fraglich, ob das Symptom durch die Drucksenkung der Kabine entsteht, oder ob es bereits vor dem Flug bestanden hat. Pathophysiologisch ist es denkbar, dass der reduzierte Kabinendruck nach dem Aufstieg zu einem Druckgradienten zwischen einem bereits vorbestehenden, geschlossenen intrapulmonalen Luftraum (Bulla, „bleb“) und dem Interstitium geführt hat und es dabei wirklich über ein Barotrauma zur Wandruptur und zum ME gekommen ist. Gleiches gilt für Berichte nach Flaschentauchgängen [19].

Die Zahl der Publikationen über das ME nach Drogeneinnahme wie Ecstasy [8, 33] oder Marihuana [16, 18] nimmt zu. Unklar bleibt, ob dabei Toxine eine begünstigende Rolle spielen, oder ob es in Folge des Drogenkonsums zu körperlichen Exzessen gekommen ist. Ähnlich unklar bleibt zunächst die Pathophysiologie des ME bei Anorexie. Auch hier denkt man in erster Linie an eine postemetische Folge [40, 15].

Ein ME mit Luftaustritt aus der Lunge in das Mediastinum wird auch unter ma-

schineller Beatmung beschrieben. Hier scheint die Jet-Ventilation ein besonderes Risiko darzustellen. Zum Pathomechanismus wird auf das Barotrauma mit alveolärem Überdruck verwiesen; was in diesem Fall auch zutreffen kann, da diese Patienten relaxiert sind und ein pleuraler Gegendruck nicht existiert. Es ist wahrscheinlich, dass zusätzlich Ventilmechanismen in den kleinen Luftwegen eine Rolle spielen.

### Pneumothorax

Das simultane Ereignis eines Mediastinalempysem und eines Spontanpneumothorax kann wie oben bei der COPD erklärt werden, es kann aber auch eintreten, wenn es beim Spontanpneumothorax zu einem (kleinen) Einriss der Pleura mediastinalis an der Basis einer Adhärenz oder eines Verwachungsstrangs gekommen ist. Während beim gewöhnlichen Spontanpneumothorax dieses Phänomen nicht zu erwarten ist, sieht man es gelegentlich beim Spannungspneumothorax.

### Gastrointestinaltrakt

Die häufigste Ursache – wenn auch nur mit insgesamt sehr geringer Inzidenz – für Gasübertritt aus Ösophagus und Magen sind iatrogene Verletzungen bei der Ösophagogastroskopie. Erst in zweiter Linie sind Spontanrupturen überhaupt in Betracht zu ziehen. Das ohnehin schon seltene Boerhaave-Syndrom (■ **Abb. 2**) ist nur in Ausnahmen für ein ME verantwortlich [32]. Mit dem Rückgang der Magenulzera mit spontaner Perforation ist Gasübertritt aus dem Abdomen entlang dem Hiatus oesophagei in das Mediastinum sicherlich nur noch als Rarität zu beobachten.

Es ist nicht geklärt, ob das Gas des ME nach Rektoskopien [2] und Koloskopien [26] Folge von Gasübertritt aus dem Abdomen ins Mediastinum (retroperitoneal oder transabdominal) ist, oder ob es ähnlich wie beim postpartalen [29, 24] oder postemetischen ME eher pulmonalen Ursprungs und Folge des Pressens ist.

### Außenluft

Aus Gründen der Vollständigkeit soll der direkte Luftübertritt aus der Umgebung in

Pneumologie 2009 · 6:165–171 DOI 10.1007/s10405-008-0283-z  
© Springer Medizin Verlag 2009

A. Linder · K. Welcker · C. Ertner · B. Schwarze · H. Jend  
**Mediastinalempysem**

#### Zusammenfassung

Das Mediastinalempysem ist ein seltenes Symptom unterschiedlichster Ätiologie. Aus nahezu allen Fachbereichen wird dazu publiziert, wenngleich es überwiegend anekdotische Einzelfallberichte sind. Nur eine Systematik anhand der Ätiologie weist den Weg zur richtigen Therapie. Als Leitfaden kann gelten, dass beim spontanen Mediastinalempysem mit Ausnahme des Boerhaave-Syndroms zuwartendes Verhalten gerechtfertigt ist. Liegt eine pulmonale Ursache wie z. B. Asthma zugrunde, dann reicht in nahezu allen Fällen die kausale Therapie der Grunderkrankung. Das sekundäre Mediastinalempysem erfordert häufiger zusätzlich zur ursächlichen Behandlung eine Ableitung der Luft

aus dem Mediastinum. Gängige Methode sind weitlumige Drainagen. Wegen der Seltenheit des Phänomens wird die Frage des Zusammenhangs zwischen Mediastinalempysem und Mediastinitis offen bleiben. Keine Publikation liefert Daten für eine prophylaktische Antibiotikatherapie beim spontanen Mediastinalempysem. Man wird sich wegen der Seltenheit des Symptoms damit abfinden müssen, dass evidenzbasierte Daten zur Therapie nicht zu generieren sind.

#### Schlüsselwörter

Mediastinalempysem · Pneumomediastinum · Mediastinitis

### Pneumomediastinum

#### Abstract

Pneumomediastinum (Hamann's syndrome) is a very rare condition with various aetiologies. Case reports are found in nearly all medical specialties. Adequate therapy is individualized and strongly related to the organ of origin. In pulmonary diseases such as asthma, treatment of the underlying disease is usually sufficient. Secondary pneumomediastinum following Boerhaave's syndrome or iatrogenic tracheal ruptures, however, requires surgical intervention. Wide chest tubes placed in-

to the mediastinum are the best option. The question regarding a correlation between pneumomediastinum and mediastinitis cannot be answered by a review of the literature. Because of the rarity of the disease, evidence-based data about the best therapy are lacking.

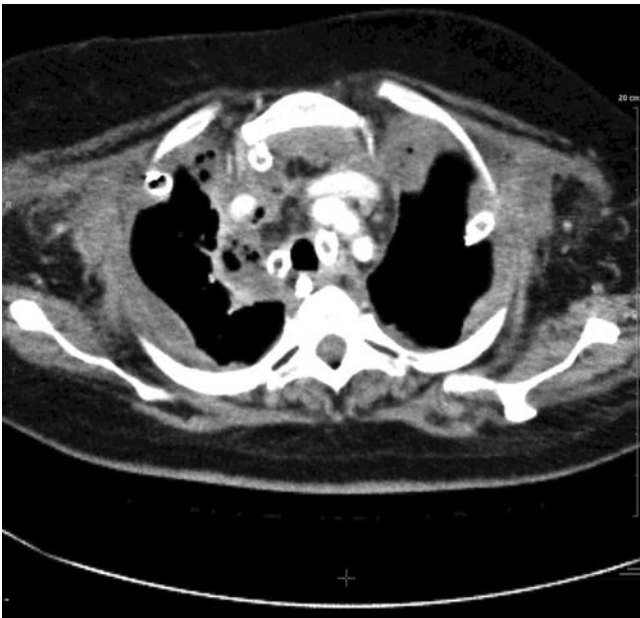
#### Keywords

Pneumomediastinum · Hamann's syndrome · Mediastinitis





**Abb. 3** ◀ Pneumothorax und Pneumomediastinum bei Messerstichverletzung des Thorax



**Abb. 4** ◀ Gas im Mediastinum bei Mediastinalabszess

das Mediastinum bei der offenen Thoraxverletzung erwähnt werden (▣ **Abb. 3**).

### Gasbildende Bakterien

Als seltene Erscheinungsform bei der bakteriellen Mediastinitis kann ein ME (▣ **Abb. 4**) auftreten [31]. In der Regel führen aber andere Symptome zur Behandlung, bevor ein solches sich entwickeln kann.

### Sonderfälle

Nach thorax- und herzchirurgischen Eingriffen, bei denen regelhaft die mediastinale Pleura eröffnet wird, kann es häufiger als Folge von Luftübertritt aus der Lungenoberfläche zum ME kommen.

Nach Trachearesektionen mit Anastomosen oder Tracheanähten ist das ME ein Alarmzeichen für eine Nahtinsuffizienz.

Eine Medlinerecherche zu „Mediastinalemphysem“ und „Pneumomediastinum“ ergibt über 2300 Literaturhinweise; 95% davon sind Kasuistiken. Neben den genannten Ätiologien gibt es weitere exotische Ursachen bis hin zu Zentrifugentraining [11] und Gasrevolververletzung [28].

### Klinisches Bild

Nicht immer wird das ME klinisch apparent. Beim spontanen Mediastinalemphysem ist oft der Brustschmerz das erste Symptom [20, 3] und wird in 54% der Fälle beschrieben [5]. Auch Takada et al. [37]

haben Brust- und Nackenschmerzen als häufigste Symptome und ein subkutanes Emphysem bei 17 von 21 Patienten beobachtet. Das Weichteilemphysem erscheint zuerst am Hals, von wo sich die Luft, dem Weg des geringsten Widerstands folgend, nach supraklavikulär, später über das Gesicht mit stärkster Ausprägung an den Augenlidern ausbreitet. Das Gewebeamphysem mit seinem typischen Knistern kann aber auch primär parasternal in Erscheinung treten und sich von dort über die Thoraxweichteile ausbreiten.

Atemnot ist das zweithäufigste Symptom. Nur im Ausnahmefall wird sie ursächlich durch ein Larynxemphysem (▣ **Abb. 5**) mit Obstruktion der Stimmritze hervorgerufen; meist ist sie begleitend zum Spannungsgefühl im Thorax zu sehen. Ein Larynx- oder Glottisödem deutet sich durch Veränderung der Stimme an. Stridor durch Verengung der oberen Atemwege ist die Ausnahme. In der Klinik sollte man dieses Stadium durch adäquate Therapie nicht eintreten lassen. Ultima ratio sind Intubation oder Tracheotomie.

Diese Symptomenkaskade kann bei traumatischer Ursache innerhalb von Minuten, bei anderer Ursache aber auch innerhalb von Tagen ablaufen.

Neben den objektiven Krankheitszeichen treten regelhaft eine innere Unruhe, Beklemmungsgefühle und Ängste auf, die oft durch die Äußerungen von Angehörigen noch verstärkt werden. Angestrengte Atem- und Hustentechnik verstärken oft das Phänomen. Starker Überdruck im Mediastinum kann zur oberen Einflussstauung führen. Lebensbedrohliche Zustände sind äußerst selten.

### Diagnostik

Bei der klinischen Untersuchung ist neben dem sichtbaren Weichteilemphysem auskultatorisch auf das sog. Hamman-Zeichen zu achten. Es handelt sich dabei um ein pulssynchrones, krepitierendes Geräusch (50%) mit bester Auskultation in Linksseitenlage.

Die weitere Diagnostik orientiert sich an der Ätiologie, die häufig anamnestisch scharf eingegrenzt werden kann. Am Anfang steht die Bildgebung mit Thoraxröntgen [7] und/oder CT [1]. Bei Patienten

mit spontanem ME bei COPD oder Asthma dient die Bildgebung dem Ausschluss eines Pneumothorax.

Bronchoskopie und Ösophagogastroskopie werden bei der Verdachtsdiagnose einer seltenen Perforation oder Fistel ins Mediastinum eingesetzt und klären gleichzeitig die Herkunft der Luft sowie die Indikation zur Intervention. Beim spontanen ME hilft die Sonographie für die weiterführende Diagnostik nicht weiter; allerdings sind Fälle beschrieben, wo mit der transösophagealen Sonographie unerwartet Luft im Mediastinum gesehen wurde [38].

Zu erwähnen ist das Schädel-CT, mit dem eine epidurale Pneumatose als Rarität bei einem ME nachgewiesen werden konnte, bei dem die Luft aus dem Mediastinum über die Foramina intervertebralia in den Epiduralraum gelangt ist [21].

Laborchemisch wurden in der Fallserie von Takada et al. [37] eine Leukozytose und eine geringe Erhöhung des CRP bei 20/21 Patienten festgestellt.

## Therapie

Zuerst ist die Frage zu klären, ob überhaupt eine lokale Therapie erforderlich ist. Gerade das Mediastinalempysem bei COPD und Asthma bedarf eher der antiobstruktiven und antitussiven als der lokalen Therapie. Senkt man damit den expiratorischen Druck im Lungeninterstitium distal der Bronchiolen, dann wird es nicht mehr zu einem Luftübertritt in das Mediastinum kommen und das Empysem bildet sich im Zeitraum von Tagen durch Resorption der Luft zurück. Inwieweit Sauerstoffgabe die Resorption der Luft beschleunigt, kann wegen der geringen Inzidenz nicht systematisch randomisiert untersucht werden. Sollten diese Maßnahmen nicht zum Ziel führen, dann kann versucht werden, die Luft im Mediastinum über eine Mediastinaldrainage abzuleiten (s. unten).

Bei einer Komplikation im HNO-Trakt wird man ebenso verfahren. Hier kann aber auch schon eine kollare Drainage das Symptom erfolgreich beheben.

Das begleitende Mediastinalempysem beim Pneumothorax wird sich nach Anlegen der Thoraxdrainage zurückbilden.



**Abb. 5** ▶ Larynxödem bei spontanem Mediastinalempysem (Pfeil)

— Bei Luftübertritt aus Trachea und zentralem Bronchialsystem muss differenziert nach seiner Ursache ein pneumologisch-thoraxchirurgisches Konzept erstellt werden.

Handelt es sich um eine sehr seltene spontane Perforation bei einem Karzinom, werden nur Palliativmaßnahmen wie Stenting in Betracht kommen. Bei postoperativen Nahtinsuffizienzen entscheidet der Thoraxchirurg über die Indikation zur Revision. Früh postoperativ (bis zu 5 Tagen) ist das die Methode der Wahl. Endoskopische Möglichkeiten wie Verklebung oder Stent sind die Ausnahme.

Bei kleineren Tracheaverletzungen im Rahmen einer Tracheotomie oder Intubation kann in Einzelfällen eine Sekundärheilung abgewartet werden, wenn die Perforation kranial der Trachealkanüle oder des Tubus-Cuffs liegt.

Gasübertritt aus dem oberen Gastrointestinaltrakt kann beim Boerhaave-Syndrom begleitend auftreten. Hier ist die operative Versorgung, insbesondere in Abhängigkeit vom Allgemeinzustand des Patienten, zu entscheiden. Die primäre Versorgung ist immer zu bevorzugen.

Die Entscheidung zur lokalen, symptomatischen Behandlung des spontanen Pneumomediastinums fällt meist dann, wenn bei Zunahme des Weichteilempysems die Augenlider nicht mehr geöffnet werden können oder Leidensdruck durch (scheinbare) Atemnot zum

Handeln zwingen. In diesen Fällen wird versucht, durch weitleumige Drainagen (>24 Charr) die Luft aus dem Mediastinum abzuleiten. Zusätzliche Öffnungen am Ende der Drainage können deren Wirkung verbessern.

— Es ist nicht erwiesen, dass der Anschluss an ein Saugsystem effektiver ist als die offene Ableitung der Drainage in einen Verband.

Die Drainage kann entweder entlang der Trachea wie bei der Mediastinoskopie oder aber auch ins vordere Mediastinum eingelegt werden. Der Zugang kann entweder über dem Jugulum sterni oder aber auch parasternal liegen. Dabei besteht allerdings ein Verletzungsrisiko der Mammariaer Gefäße.

Es werden immer wieder Hautinzisionen zur Entlastung empfohlen [31]. Deren Wirksamkeit muss in Frage gestellt werden, da offene Wunden schon nach kurzer Zeit blut- und luftdicht abgeheilt sind. Das gleiche gilt für eine alleinige Mediastinotomie oberhalb des Jugulums.

In den beschriebenen Extremfällen mit Verlegung der oberen Luftwege durch das Empysem besteht natürlich die Indikation zur Intubation oder auch zur Notfalltracheotomie, die dann durch das Weichteilempysem erschwert ist.

Auch bei der Mediastinitis als Grund für das ME ist die Drainagebehandlung die Therapie der Wahl. Das gilt besonders

beim Sonderfall des Mediastinalabszesses mit Lufteinguss.

## Fazit für die Praxis

**Seltene Erkrankungen und Symptome sind naturgemäß eher anekdotisch und wenig systematisch bearbeitet. So auch das Phänomen des MEs. Die Literatur liefert meist nur Kasuistiken. Fasst man diese zusammen, dann entsteht aber doch ein umfassendes Bild dieses Symptoms. Allgemeingültige Therapieempfehlungen sind nur schwer zu geben und orientieren sich streng an der Ursache. Es ist wichtig, das Augenmerk mehr auf die Ätiologie zu richten, als auf das gelegentlich monströse und entstellende Weichteilemphysem des Halses und des Gesichts.**

**Gerade der Patient mit einer schweren COPD als Ursache für das Mediastinalemphysem benötigt eine wirksame antiobstruktive Therapie viel mehr als eine „kosmetische“ Operation, deren Erfolg ohnehin erst viele Stunden nach der Drainage eintritt. Auch multiple Drainagen sind keine Garantie für einen raschen Rückgang des Weichteilemphysems. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass Aktionismus und überschießende Therapie eher schaden können als nützen.**

**Oft wird im Zuge eines spontanen Mediastinalemphysems die Gefahr einer Mediastinitis beschworen. Eine Kausalität oder ein quantitatives Risiko sind nicht publiziert. Die Notwendigkeit einer Antibiotikatherapie mit oder ohne Drainagebehandlung ist offen. Erhöhte CRP-Werte können allein Folge des Mediastinalemphysems und nicht Ausdruck einer bakteriellen Mediastinitis sein.**

**Wir werden uns wegen der Seltenheit des Mediastinalemphysems damit abfinden müssen, dass die Forderung nach evidenzbasierten Daten vergeblich und die Therapieentscheidung immer individuell sein wird.**

## Korrespondenzadresse

**Dr. A. Linder**

Klinik für Thoraxchirurgie, Klinikum Bremen-Ost  
Züricher Str. 40, 28325 Bremen  
albert.linder@klinikum-bremen-ost.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- Al-Mufarrej F, Badar J, Gharagzloo F et al (2008) Spontaneous pneumomediastinum diagnostic and therapeutic interventions. *J cardiothorac surg* 3:59
- Arana-Arri E, Cortés H, Cabriada V et al (2007) Giant faecaloma causing perforation of the rectum presented as a subcutaneous emphysema, pneumoperitoneum and pneumomediastinum a case report. *Eur J Emerg* 14:351–353
- Barge-Caballero E, Bouzas-Mosquera A, Gulias-Soidan D, Castro-Beiras A (2008) Hamman's syndrome an atypical cause of chest pain. *Eur heart J* 29:578
- Berger H (2006) Mediastinalemphysem. Harmlose Kuriosität oder Notfall? Eine differenzialdiagnostische Herausforderung. *Pneumologie* 3:216
- Caceres M, Ali SZ, Braud R et al (2008) Spontaneous pneumomediastinum a comparative study and review of the literature. *Ann thorac surg* 86:962–966
- Dienemann H, Hofmann H (2001) Tracheo-bronchiale Verletzungen und Fisteln. *Chirurg* 72:1130–1136
- Esayag Y, Furer V, Izbecki G (2008) Spontaneous pneumomediastinum is a chest X-ray enough? A single-center case series. *Isr Med Assoc J* 10:575–578
- Faber W, Hirner A, Kaminski M (2008) Ungewöhnliche Ursache eines Pneumomediastinums. *Chirurg* 79:680–681
- Freixinet J, García F, Rodríguez PM et al (2005) Spontaneous pneumomediastinum long-term follow-up. *Respir med* 99:1160–1163
- Frühauf J, Weinke R, Pilger U et al (2005) Soft tissue cervicofacial emphysema after dental treatment: report of 2 cases with emphasis on the differential diagnosis of angioedema. *Arch Dermatol* 141:1437–1440
- Gan WH, Lam PM, Chong CH et al (2008) Pneumomediastinum diagnosed by chest radiography after centrifuge training. *Aviat Space Environ Med* 79:424–428
- George RB, Light RW, Matthay MA, Matthay RA (1995) *Chest medicine*. Retford DC (ed) 3rd edn. Williams & Wilkins, Baltimore, 530–531
- Gulati A, Baldwin A, Intosh IM, Krishnan A (2008) Pneumomediastinum, bilateral pneumothorax, pleural effusion and surgical emphysema after routine apicectomy caused by vomiting. *Br J Oral Maxillofac Surg* 46:136–137
- Harley EH (2008) Pneumomediastinum following excision of respiratory papilloma. *J Natl Med Assoc* 100:149
- Hatzitolios AI, Ntaios G, Sion ML (2008) Both spontaneous pneumothorax and spontaneous pneumomediastinum may constitute a complication in underweight patients. *Chest* 134:216–217
- Heppner HJ, Sieber C, Schmitt K (2007) „Gewöhnlicher“ Drogenkonsum mit ungewöhnlichem Zwischenfall. *Dtsch Med Wochenschr* 132:560–562
- Hofmann HS, Rettig G, Radke J (2002) Iatrogenic ruptures of the tracheobronchial tree. *Eur J Cardiothorac Surg* 21:649–652
- Koral E, Brasseur P (2007) Spontaneous pneumomediastinum and marijuana. *J Radiol* 88:390–392
- Kosaka T, Haraguchi M, Tsuneoka N, Furui J (2007) Spontaneous pneumomediastinum as a result of SCUBA diving. *Eur J Emerg Med* 14:118–119
- Kwon JS, Blum MG, Kalhan RA (2008) 23-year-old woman with sudden-onset dyspnea and chest pain penetrating to the back. *Chest* 133:574–578
- Larena-Avellaneda A, Debus ES, Klein I et al (2008) Epidurale Pneumatose und spontanes Pneumomediastinum – Differenzialdiagnose zum Boerhaave-Syndrom. *Zentralbl Chir* 133:79–81
- Macia I, Moya J, Ramos R (2007) Spontaneous pneumomediastinum 41 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 31:1110–1114
- Madden BP, Sheth A, Ho TB, McAnulty G (2004) Novel approach to management of aposterior tracheal tear complicating percutaneous tracheostomy. *Br J Anaesthesiol* 92:437–439
- Majer S, Graber P (2007) Postpartum pneumomediastinum (Hamman's syndrome). *CMAJ* 177:32
- Massard G, Rouge C, Dabbagh A (1996) Tracheobronchil lacerations after intubation and tracheostomy. *Ann Thorac Surg* 61:1483–1487
- Matheiwetz P, Siegel E (2007) Retroperitoneale Luft und Pneumomediastinum. *Dtsch Med Wochenschr* 132:2259–2260
- Newcomb AE, Clarke CP (2005) Spontaneous pneumomediastinum: a benign curiosity or a significant problem? *Chest* 128:3298–3302
- Nierhaus A (2002) Ausgedehntes Mediastinalemphysem nach temporaler Schussverletzung mit einem Gasrevolver. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 37:222
- Norzilawati MN, Shuhaila A, Zainul Rashid MR (2007) Postpartum pneumomediastinum. *Singapore Med J* 48:174–176
- Pietsch C, Rupp P (2009) Mediastinalemphysem als Folge einer einfachen Mittelgesichtsfraktur. *Unfallchirurg* 112:73–75
- Sabiston DC, Spencer FC (1995) *Surgery of the chest*. 6th edn. W.B. Saunders Company, Philadelphia, pp 578–579
- Saha A, Jarvis M, Thorpe JA, O'Regan DJ (2007) Atypical presentation of Boerhaave's syndrome as enterococcal bacterial pericardial effusion. *Interactive Cardiovasc Thoracic Surg* 6:130–132
- Seaman ME (1990) Barotrauma related inhalational drug abuse. *J Emerg Med* 8:141–149
- Shimamoto K, Ozaki Y, Amuro H (2008) Three cases of polymyositis/dermatomyositis complicated by pneumomediastinum. *J Clin Immunol* 31:56–61
- Sims HS, Lertsburapa K (2007) Pneumomediastinum and retroperitoneal air after removal of papillomas with the microdebrider and jet ventilation. *J Natl Med Assoc* 99:1068–1070
- Stull BW (2008) Spontaneous pneumomediastinum following ecstasy ingestion and sexual intercourse. *EMJ* 25:113–114
- Takada K, Matsumoto S, Hiramatsu T et al (2008) Management of spontaneous pneumomediastinum based on clinical experience of 25 cases. *Respir Med* 102:1329–1334
- Testa A, Candelli M, Pignataro G et al (2008) Sonographic detection of spontaneous pneumomediastinum. *Journal of ultrasound in medicine official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine* 7:1507–1509
- Trottier SJ, Hazard PB, Sakabu SA (1999) Posterior tracheal wall perforation during percutaneous dilatational tracheostomy. *Chest* 115:1183–1189
- van Veelen I, Hogeman PH, van Elburg A et al (2008) Pneumomediastinum a rare complication of anorexia nervosa in children and adolescents. A case study and review of the literature. *Eur J Pediatr* 167:171–174
- Walles T, Friedel G, Stöltzing H, Thon KP (2007) Iatrogene Trachealverletzung bei intraoperativer Bauchlagerung. Fallbeispiele mit Klinik, Diagnostik und Differenzialtherapie. *Chirurg* 78:374–378

Hier steht eine Anzeige.



Hier steht eine Anzeige.

