

## Mediastinalemysem nach Apnoe-Tauchen

# Auch zu viel Luft kann schaden

Christoph Tuor<sup>a,c</sup>, Stephan Wieser<sup>a,d</sup>, Erich W. Russi<sup>b,e</sup>

<sup>a</sup> Dr. med; <sup>b</sup> Prof. Dr. med.; <sup>c</sup> Lungen-Klinik Bethanien, Zürich; <sup>d</sup> Stadtspital Zürich, Standort Waid, Zürich; <sup>e</sup> Löwenpraxis, Luzern

### Fallbericht

#### Anamnese

Ein 37-jähriger Mann suchte wegen zervikaler und thorakaler Schmerzen sowie eines Knisterns unter der Haut der Hals- und oberen Brustregion die Notfallstation auf.

Der Patient wies eine unauffällige medizinische Vorgeschichte auf und hatte bis fünf Jahre zuvor Zigaretten geraucht (kumulativ ca. 15 Packungsjahre). Körperlich zeigte er sich leistungsfähig und sportlich. Er gab an, seit einigen Jahren nicht dekompressionspflichtige Druckluft-Tauchgänge zu unternehmen (27 komplikationslose Tauchgänge, letztmals vor mehreren Monaten).

Aus Interesse am Apnoe-Tauchen hatte der Patient an einem eintägigen Kurs im Freitauchen in einem Hallenschwimmbad teilgenommen. Als Vorbereitung darauf hatte er Manöver, die man als Lungenpacken («lung packing») bezeichnet, durchgeführt. Dadurch kann das Lungenvolumen über die Totale Lungkapazität (TLC) hinaus erhöht und damit die Apnoe-Zeit verlängert werden [1]. Die dabei eingesetzte Atemtechnik, die sogenannte glossopharyngeale Insufflation – auch als «buccal pumping» oder «frog breathing» bezeichnet –, läuft wie folgt ab: Nach Einatmen bis zur TLC wird bei geschlossener Glottis die Luft im Mund mittels oropharyngealer Muskulatur komprimiert und durch ein komplexes Schluckmanöver in die Lunge gepresst. Dies wird wiederholt, bis sich ein Gefühl der «Vollheit» bzw. eines maximal tolerablen intrathorakalen Drucks einstellt.

Am Kurstag hatte der Patient rund zehn solcher Lungenpack-Manöver durchgeführt und war anschliessend ins Wasser gesprungen. Durch Üben war es ihm vorgängig gelungen, seinen Atem im Trockenen bis zu drei Minuten anzuhalten. Obwohl er seine Apnoe-Zeit als auf rund eine Minute reduziert empfunden hatte, war er bis auf eine Tiefe von vier Metern unter- und anschliessend sofort wieder aufgetaucht, ohne Wasser zu aspirieren. Zu Hause angekommen, hatte er die oben beschriebenen Beschwerden entwickelt, die ihn veranlassten, die Notfallstation des nächsten Spitals aufzusuchen. Die eingehende Befragung ergab, dass der Patient bereits drei Tage zuvor im Anschluss an rund zwölf Lungenpack-Manöver einen retrosternalen

Schmerz wahrgenommen hatte, der rasch wieder abgeklungen war.

#### Befunde

37-jähriger, 177 cm grosser und 89 kg schwerer Mann. Knistern unter der Haut der Halsregion. Seitengleiche Belüftung der Lungen und normale Atemgeräusche.

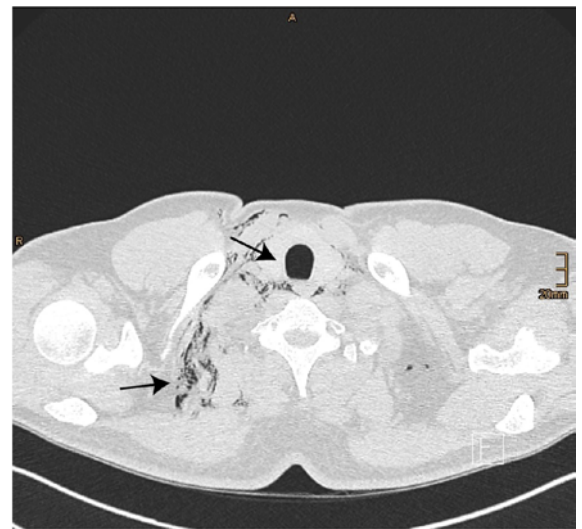


Abbildung 1: Das Computertomogramm zeigt Luft (Pfeile) in den Weichteilen der unteren Halsregion.

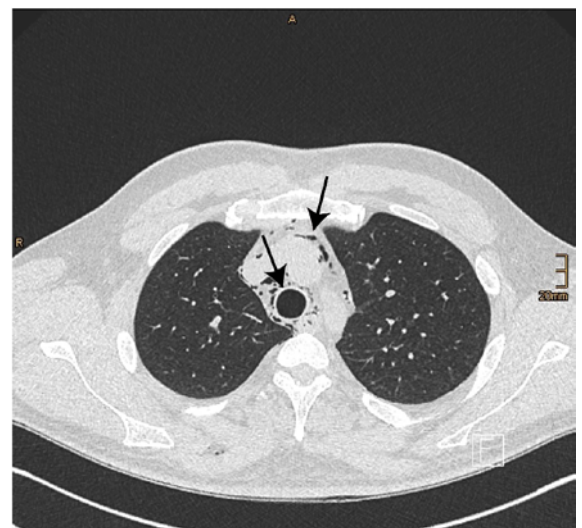


Abbildung 2: Im Computertomogramm sieht man die Luftansammlungen (Pfeile) im Mediastinum hinter der Vena cava superior, um die Aorta und um die Trachea.



Christoph Tuor

Unauffällige kardiale Auskultation; normale Blutdruckwerte. Mundschleimhaut unauffällig, Abdomen ohne Druckdolenzen.

### Verlauf

Nach zwei Tagen war das Hautemphysem verschwunden. Anlässlich einer Nachuntersuchung drei Monate nach dem Ereignis fanden sich unauffällige klinische Befunde und eine normale Lungenfunktion (statische und dynamische Lungenvolumina, Diffusionskapazität). Die körperliche Leistungsfähigkeit war bei einer maximalen Sauerstoff-Aufnahme von 30,5 ml/min/kg Körpergewicht und mit maximal 235 Watt normal, ohne dass die arterielle Sauerstoffsättigung unter Belastung absank. Ein Computertomogramm des Thorax zeigte ein unauffälliges Lungenparenchym. Dem Patienten wurde dringend empfohlen, bei weiteren Apnoe-Tauchgängen auf Lungenpack-Manöver zu verzichten.

### Diskussion

Ein Mediastinalemphysem entsteht in den meisten Fällen durch Übertritt von Luft aus rupturierten Alveolen ins bronchovaskuläre Bündel. Die Alveolenwände können durch Scherkräfte, die durch eine unregelmässige Verteilung eines Überdrucks in den gasaus-tauschenden Lungenabschnitten entstehen, einreissen. Ein geläufiger Grund für das Auftreten eines Pneumomediastinums ist die Überdruckbeatmung, im Speziellen nach Verletzungen der Luftwege, die im Rahmen eines thoraxchirurgischen Eingriffs zustande kommt.

Seltenere Umstände, unter denen es zu einem Pneumomediastinum kommen kann, sind massiver Husten (z.B. bei Exazerbation eines Asthma bronchiale) oder ein Valsalva-Manöver, das unter anderem beim Gewichtheben, beim Aufblasen eines Ballons, bei Presswehen oder in ähnlichen Situationen durchgeführt wird. Weitere Ursachen für ein Pneumomediastinum sind das Eindringen von Luft über einen Riss in der Speiseröhre iatrogen verursacht oder im Rahmen eines Boerhaave-Syndroms oder durch retrograden Austritt von Luft aus dem Mundraum nach einem zahnärztlichen Eingriff [2].

Das Lungenpacken wird beim Freitauchen eingesetzt, um die Apnoe-Zeit – vor allem im Rahmen von Wettkämpfen – zu verlängern. Die Vitalkapazität lässt sich dadurch um bis zu 30% erhöhen. Der dazu nötige Anstieg des transpulmonalen Drucks (bis auf 100 cm H<sub>2</sub>O) kann bei ungleichmässiger Verteilung zum Einriss von Alveolen führen. Wir gehen davon aus, dass bei unserem Patienten bereits drei Tage vor dem Tauchgang durch Lungenpack-Übungen Alveolen eingerissen waren und der Übertritt von Luft ins bronchovaskuläre Bündel und damit ins Mediastinum durch weiteres Lungenpacken kurz vor dem Tauchen zugenommen hatte.

Vereinzelte Fälle von Mediastinalemphysem durch «lung packing» sind in der Literatur gut dokumentiert [3–5]. Beschrieben sind auch Fälle, bei denen die Luft aus eingerissenen Alveolen Anschluss an die pulmonal-venöse Zirkulation erlangte und eine zerebrale arterielle Gas-Embolie verursachte [6–7]. Deshalb ist von diesem Manöver grundsätzlich abzuraten.

Ein Mediastinal-Emphysem bildet sich innert zwei Tagen bis zwei Wochen spontan zurück. Tierexperimentelle Untersuchungen, pathophysiologische Überlegungen und klinische Beobachtungen zeigen, dass das Atmen von 100% Sauerstoff die Rückbildung eines Pneumothorax, eines Haut- oder Mediastinalemphysems beschleunigt. Durch Ersetzen des inerten Stickstoffs, der rund 78% der Luft ausmacht, durch den metabolisch verwertbaren Sauerstoff, nimmt das «gefangene» Luft-Volumen schneller ab als es dies spontan tun würde. Die Zufuhr von 100% Sauerstoff wird deshalb zur Behandlung eines mediastinalen Luftemphysems empfohlen. Es bleibt aber arbiträr, ab welchem Ausmass der Luftansammlung dies erfolgen soll. Bei einem Pneumomediastinum, das durch Luftübertritt aus geborstenen Alveolen zustande kommt, entwickelt sich üblicherweise kein Infekt. Eine antibiotische Behandlung oder stationäre Aufnahme sind deshalb nicht notwendig. Spätkomplikationen sind nicht bekannt, eine Nachuntersuchung empfiehlt sich aber, um die Betroffenen zu beruhigen und sie medizi-

## Das Wichtigste für die Praxis

- Lungenpacken («lung packing») führt durch forciertes «Pressen» von Luft in die Lunge zu einer Erhöhung des Lungenvolumens über die Totale Lungkapazität hinaus, was beim Apnoe-Tauchen zur Verlängerung der Apnoe-Zeiten eingesetzt wird.
- Durch Scherkräfte, die durch die unregelmässige Druckverteilung beim Lungenpacken auf die Alveolarwände wirken, können diese rupturieren. Dadurch tritt Luft in das bronchovaskuläre Bündel aus, was zu einem Mediastinalemphysem führt. Auch zerebrale arterielle Gas-Embolien durch Anschluss der ausgetretenen Luft an die pulmonal-venöse Zirkulation sind beschrieben.
- Zur Therapie des Mediastinalemphysems wird die Atmung von 100% Sauerstoff empfohlen. Eine antibiotische Behandlung oder stationäre Aufnahme sind in der Regel nicht nötig. Spätkomplikationen sind nicht bekannt.
- Aus medizinischer Sicht sollte Tauchern dringend vom Manöver des «lung packings» abgeraten werden.

nisch, in diesem Fall tauchmedizinisch zu beraten. Von «lung packing» wird dringend abgeraten, nicht weil gehäuft Rezidive eines Mediastinalemphysems auftreten, sondern weil es bei einem solchen Manöver zu einer zerebralen Gas-Embolie kommen kann.

#### Disclosure Statement

Die Autoren haben keine finanziellen oder persönlichen Verbindungen im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.

#### Literatur

- 1 Loring SH, O'Donnell CR, Butler JP, Lindholm P, Jacobson F, Ferrigno M. Transpulmonary pressures and lung mechanics with glossopharyngeal insufflation and exsufflation beyond normal lung volumes in competitive breath-hold divers. *J Appl Physiol.* 2007 Mar;102(3):841–6. 10.1152/jappphysiol.00749.200617110514
- 2 Newcomb AE, Clarke CP. Spontaneous pneumomediastinum: a benign curiosity or a significant problem? *Chest.* 2005 Nov;128(5):3298–302. 10.1378/chest.128.5.329816304275
- 3 Jacobson FL, Loring SH, Ferrigno M. Pneumomediastinum after lung packing. *Undersea Hyperb Med.* 2006 Sep-Oct;33(5):313–6.17091828
- 4 Toklu AS, Erelel M, Arslan A. Pneumomediastinum or lung damage in breath-hold divers from different mechanisms: a report of three cases. *Diving Hyperb Med.* 2013 Dec;43(4):232–5.24510331
- 5 Chung SC, Seccombe LM, Jenkins CR, Frater CJ, Ridley LJ, Peters MJ. Glossopharyngeal insufflation causes lung injury in a trained breath-hold diver. *Aviat Space Environ Med.* 2010;81:74–66. 10.3357/ASEM.2571.2010
- 6 Linér MH, Andersson JP. Suspected arterial gas embolism after glossopharyngeal insufflation in a breath-hold diver. *Aviat Space Environ Med.* 2010 Jan;81(1):74–6. 10.3357/ASEM.2571.201020058741
- 7 Fitz-Clarke JR. Adverse events in competitive breath-hold diving. *Undersea Hyperb Med.* 2006 Jan-Feb;33(1):55–62.16602257

Dr. med. Christoph Tuor  
Lungen-Klinik Bethanien  
Toblerstrasse 61  
CH-8044 Zürich  
ch.tuor[at]hin.ch