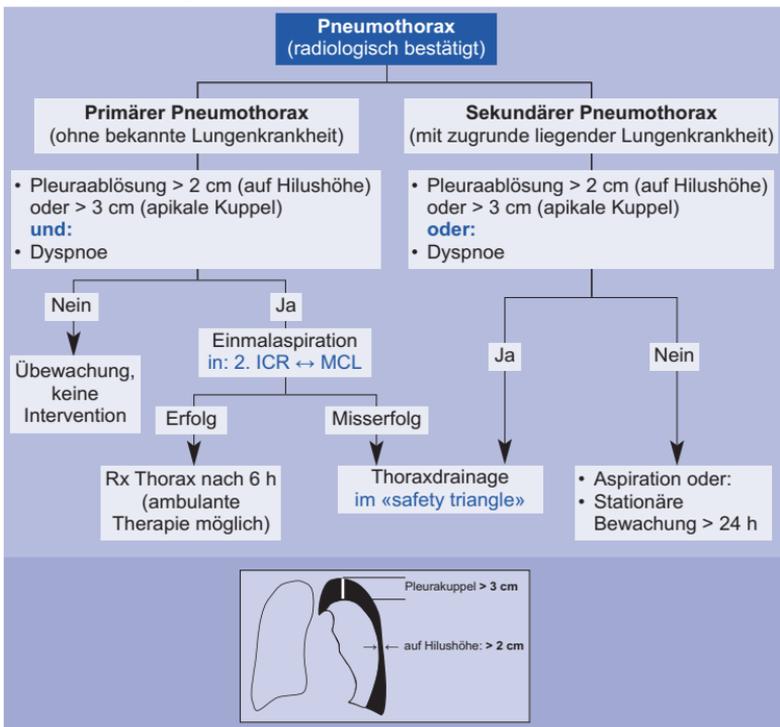


- Def: ■ **Pneumothorax:** freie Luftansammlung im Pleuraraum (zwischen der Pleura visceralis und der Pleura parietalis).
- Allg: • Bei Verdacht auf einen Pneumothorax muss ein Spannungspneumothorax ausgeschlossen werden, denn dieser ist ein medizinischer Notfall → s. 328
- Klas: 1. Spontanpneumothorax:
- a) Primär (= Pneumothorax ohne bestehende Lungenkrankheit):
 - Etwa 90 % der Patienten sind Raucher (Risiko 22x ↑ bei ♂; 9x ↑ bei ♀).
 - Bei anhaltendem Rauchkonsum beträgt das Rezidivrisiko 70 % in den 4 Jahren nach dem ersten Pneumothorax. Gelingt ein Rauchstopp, sinkt das Risiko auf 40 %.
 - Prädilektionsalter 15-34 Jahre
 - Oft wenig symptomatisch und das Risiko, einen Spannungspneumothorax zu entwickeln ist gering (tiefer als beim sekundären Pneumothorax).
 - b) Sekundär (= Pneumothorax bei zugrunde liegender Lungenkrankheit):
 - Prädilektionsalter > 55 Jahre
 - Das Rezidivrisiko ist rund 2x so gross, verglichen mit dem primären Pneumothorax.
 - Erfordert i.d.R. eine Hospitalisierung (Risiko einer respiratorischen Verschlechterung)
 - Assoziierte Lungenkrankungen: COPD + Emphysem (rund 60 % der Patienten)
 - Interstitielle Pneumopathie, Lungenkrebs, zystische Fibrose, Tuberkulose, Pneumocystis jirovecii Pneumonie (HIV-Patient); thorakale Endometriose (oft auf dem Diaphragma lokalisiert → zyklisches Auftreten der Pneumothoraces).
2. Traumatischer Pneumothorax (wird hier nicht abgehandelt)
3. Iatrogenes Pneumothorax → s. 326
4. Spannungspneumothorax → s. 328
- Klin: • Symptome (korrelieren nicht mit dem Schweregrad des Pneumothorax):
- Akute und atemabhängige Thoraxschmerzen
 - Dyspnoe, trockener Reizhusten, Hämoptoe (selten)
- Klinische Untersuchung:
- Tachypnoe, verminderte thorakale Beweglichkeit der betroffenen Seite beim Atmen
 - Perkussion: verstärkter Tympanismus, Schachtelton
 - Lungenauscultation mit vermindertem Atemgeräusch
- Vorg: 1. Vorgehen bei radiologisch bestätigtem Pneumothorax:



Algorithmus: Vorgehen bei radiologisch bestätigtem Pneumothorax [Angepasst nach: Brack Th. Der Spontanpneumothorax. Swiss Med Forum 2018;18:440-5]

ICR Interkostalraum; MCL Medioklavikularlinie

2. Vorgehen bei radiologisch «kleinem» Pneumothorax (d.h. Pleuraablösung \leq 2cm auf Hilushöhe oder \leq 3 cm auf Höhe der Pleurakuppel gemessen):

- Überwachung ohne therapeutische Intervention (O₂-Gabe falls nötig)
- Radiologische Kontrolle 6 h später. Bei fehlender Progredienz des Pneumothorax Entlassung und Verlaufskontrolle innerhalb von 24 h.

Rx: 1. Standardröntgenthoraxbild (PA und seitlich):

- Die Linie, welche von der Pleura gebildet wird, muss sehr sorgfältig verfolgt werden.
- Suche nach: «Pneulinie», subkostaler hypertransparenter Zone, Abbruch der Gefäßzeichnung
- Hinweise für Spannungspneumothorax: Tracheaverschiebung zur gesunden Seite hin, Erweiterung der Interkostalräume, Zwerchfelltiefstand

2. Transthorakale Sonographie:

- Fehlende B-Linien und Lungengleiten im B-Bild bzw. Stratosphärenzeichen
- Fehlendes «Seashore-Zeichen» im M-Mode

Th: 1. Primärer Spontanpneumothorax

1.1. Konservative Therapie bei fehlender Indikation für eine interventionelle Therapie (siehe 1.2.):

- Sauerstoff (z.B. 4 L/min O₂ über Nasenbrille). Die Resorptionsgeschwindigkeit des Pneumothorax ist 4x schneller wenn Sauerstoff verabreicht wird.
- Kontroll-Rx nach 6 h → wenn der Pneumothorax signifikant kleiner geworden ist, kann eine ambulante Behandlung in Betracht gezogen werden; wenn nicht, ist eine stationäre Therapie mit Thoraxdrainage unumgänglich.

1.2. Interventionelle Therapie (2 Therapieoptionen):

i. Einmalaspiration:

- Indikation: erstmalige Episode eines symptomatischen primären Spontanpneumothorax mit Pleuraablösung $>$ 2 cm (auf Hilushöhe) oder $>$ 3 cm (apikale Kuppel)
- Einstichstelle zur Einmalaspiration: 2. Interkostalraum ↔ Medioklavikularlinie.

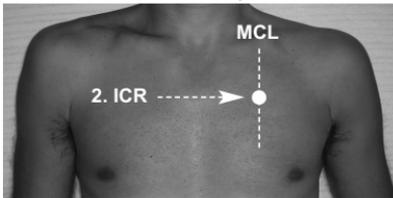


Foto 1: Einstichstelle zur Einmalaspiration: 2. ICR ↔ MCL.

MCL Medioklavikularlinie; 2. ICR 2. Interkostalraum (der erste ICR liegt direkt unter der Klavikula).

- INFO: Wenn man $>$ 2.5 L Luft aspirieren kann, liegt wahrscheinlich ein Luftleck vor, sodass eine Thoraxdrainage notwendig wird.

ii. Thoraxdrainage (Grösse des Drains: 10F-14F [Chest 2018;153:1201]):

- Punktionsstelle des Drains im «safety triangle»:

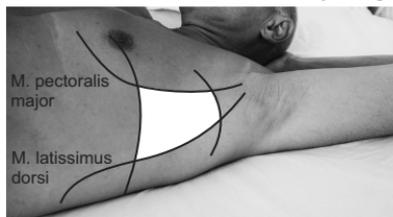


Foto 2: Punktionsstelle des Drains im «safety triangle».

- Grosszügige Lokalanästhesie, dann 2 cm lange Hautinzision (parallel zum ICR und direkt oberhalb der Rippe), stumpfe Tunnellierung der Brustweichteile und Eröffnung der Pleura.
- Digitale Aufweitung der Pleurainzision und Austastung des Pleuraspaltes.
- Einführen des Drains zwischen den geöffneten Backen einer Kornzange, widerstandslos in die Pleurahöhle platzieren (nach apikal anterior gerichtet; im Gegensatz bei Pleuraerguss, wo der Drain nach basal posterior gerichtet wird).
- Befestigung des Drains mit einer Haltenaht und zusätzlich einer vorsorglichen Tabaksbeutelnaht (dient später zum Wundverschluss, wenn der Drain entfernt wird).
- Eine prophylaktische Antibiotikagabe ist nicht sinnvoll.
- Ein Aspirationssystem ist nur dann notwendig, wenn sich die Lunge, trotz der Thoraxdrainage, nicht vollständig ausdehnt.

- Optional: Anbringen eines HEIMLICH-Ventils am äusseren Ende des Pleuradrains. Dieses Ventil öffnet sich nur bei positivem Pleuradruck und erlaubt eine schnellere Entfaltung der Lunge, verglichen mit einer Einmalaspiration (Vollentfaltung der Lunge nach vier Tagen bei 25 % der Patienten mit HEIMLICH-Ventil, verglichen mit 4 % nach einmaliger Aspiration). [Am J Emerg Med 2011;29:1152; J Emerg Med 2012;19:400]

2. Sekundärer Spontanpneumothorax

- Hospitalisierung (denn es besteht das Risiko einer respiratorischen Verschlechterung, bzw. Komplikation eines Spannungspneumothorax)
- Sauerstoff (z.B. 4 L/min O₂ über Nasenbrille)
- Die Indikation des Thoraxdrains hängt von der Klinik und der Bildgebung ab:
 1. Dyspnoe
oder:
 2. Pleuraablösung > 2 cm auf Hilushöhe oder > 3 cm auf Höhe der Pleurakuppel.
- Draineinlage im «safety triangle», siehe Photo 2 + Text S. 325

3. Iatrogenetischer Pneumothorax

- Beispiel: nach Einlage eines Zentralvenenkatheters oder eines Schrittmachers, mechanische Beatmung, Pleurapunktion, Pleurabiopsie, transbronchiale Lungenbiopsie.
- Häufig spontane Resorption. Pro Tag werden etwa 2 % des Pneumothoraxvolumens resorbiert.
- Eine konservative Therapie ist i.d.R. ausreichend. Alternativ → Therapie entsprechend primärem Spontanpneumothorax, S. 328
- Tiefes Rezidivrisiko

4. Pleurodese (mittels Pleurabrasio und/oder Talkpleurodese)

- Die Pleurodese geschieht mittels VATS-Eingriff und/oder Mini-Thorakotomie.
- Indikationen:
 - Persistierendes Luftleck > 3 Tage, fehlende Re-Expansion der Lunge
 - Pneumothoraxrezidiv (primär oder sekundär)
 - Sekundärer Pneumothorax (von Fall zu Fall evaluieren)
 - Bei gewissen Risikoberufsgruppen (z.B. Pilot, Taucher)
- Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Pleurabrasio bzw. die Talkpleurodese zu realisieren:
 1. Chirurgische Therapie (Rezidivrate 3 %):
 - a) Video-assistierte thorakoskopische Chirurgie (VATS: «video-assisted thoracoscopic surgery»).
 - b) Mini-Thorakotomie
 Vorteile der VATS: weniger schmerzhaft als die Mini-Thorakotomie, die Erholungszeit nach dem Eingriff ist kürzer verglichen mit der Mini-Thorakotomie.
 2. Konservative Pleurodese (alternativ zur chirurgischen Therapie):
 - Bedingungen: die Lunge muss gut ausgedehnt sein und der Drain in der Pleurahöhle platziert sein.
 - Indikation: Patient, der einer chirurgischen Pleurodese (wegen zu hohem OP-Risiko) nicht ausgesetzt werden kann.
 - Vorgehen: Die Talkkristalle werden in aufgeschwemmter Form durch den Thoraxdrain instilliert, was zu einer mechanischen Pleuritis führt. Diese gewollte Entzündungsreaktion führt dann zum Verwachsen der viszeralen und parietalen Pleura. Diese Entzündungsreaktion ist schmerzhaft und verlangt eine genügende Analgesie (stationär).
 - Rezidivrate: 8 %

5. Nachsorge - praktische Hinweise

- Konsultation (+ Thoraxröntgen) nach 2-4 Wo, um die vollständige Lungenausdehnung zu verifizieren.
- Körperliche Aktivitäten:
 - Wiederaufnahme von leichten bis mittelschweren körperlichen Aktivitäten, sobald der Patient asymptomatisch ist.
 - Wiederaufnahme von intensiven körperlichen Aktivitäten: 2 Wo nach vollständiger radiologischer Resorption des Pneumothorax.
- Wegen des Rezidivrisikos müssen die Patienten informiert werden, dass sie ihren Hausarzt so schnell wie möglich kontaktieren sollen, wenn erneut Pneumothorax verdächtige Symptome auftreten sollten (Dyspnoe, Thoraxschmerzen).
- Der Rauchstopp vermindert die Rezidivrate um ca. 40 %. Falls notwendig soll eine Rauchstopp-Beratung vereinbart werden.

6. Flugreisen

- Generell ist die Passagierkabine auf maximal 2400 Höhenmeter druckreguliert (8000 Fuss), dies unabhängig von der Flugdauer.
- Die raschen Druckveränderungen beim Start und bei der Landung können Grund eines Pneumothoraxrezidivs sein.
- Empfehlung: 2 Wochen nach abgeschlossener Behandlung warten, bevor eine Flugreise unternommen wird.

7. Tauchen «scuba diving» (inkl. Apnoetauchen)

- INFO: Pro 10 Meter Wassertiefe steigt der Druck um 1 Atmosphäre an. Wenn der Taucher in die Tiefe taucht wird die Lunge durch den umgebenden Wasserdruck komprimiert. Beim Auftauchen hingegen kommt es zu einem Druckabfall, welcher das Risiko des Pneumothorax erhöht.
- Empfehlungen:

I. Vorgeschichte eines Spontanpneumothorax:

- Es handelt sich um eine Tauch-Kontraindikation und dies selbst wenn die Pleurodese erfolgreich durchgeführt wurde, denn das Rezidivrisiko ist zu hoch (24-52 %)!)
- Die Pleurodese verhindert das Rezidiv nicht (diese ist manchmal auf der Gegenseite), aber vermindert das Ausmass der Pleuraablösung.
- Das Fehlen von parenchymatösen Blasen im Lungen-CT schliesst das Vorhandensein von unsichtbaren peripheren «blebs»* nicht aus. Diese sind aber für den Pneumothorax verantwortlich!

II. Traumatischer Pneumothorax:

- Es soll die übliche Zeitspanne der Tauchuntauglichkeit gelten (i.d.R. 24 Monate).
- Fehlen von parenchymalen Anomalien im Lungen-CT.

Bemerkung: Ein Test in der Druckkammer ist nicht von Nutzen, denn die Druckvariationen sind viel schwächer und es gibt keine Immersion, welche die Änderungen der thorako-pulmonalen Compliance generieren würden.

* Die «blebs» sind «viszerale Hernien» mit einem Durchmesser von < 1 cm, die sich an der Lungenspitze befinden. Sie kommt durch die Alveolenrupturen infolge Überdrucks zustande.



NOTIZEN - HAUSINTERNE GUIDELINES

Für die PRAXIS

- Der Spannungspneumothorax ist ein VITALER NOTFALL.
- Die Diagnose wird primär **KLINISCH** gestellt und radiologisch bestätigt.
- Bei Verdacht auf Spannungspneumothorax → notfallmässige Thoraxdrainage!
 - NICHT warten auf das Thoraxröntgenbild vor Einlage des Thoraxdrains (Mortalität ↑)!
 - NICHT warten auf das Resultat der ABGA!

- Allg:
- Der Spannungspneumothorax entsteht durch Eindringen von Luft in die Pleurahöhle bei Inspiration (durch eine Verletzung der Pleura). Diese Luft kann allerdings nicht austreten (der Pleuraeinriss verhält sich bei Expiration entsprechend einem Rückschlagventil). Die zunehmende Luftansammlung im Pleuraraum hat einen einseitigen intrathorakalen Druckanstieg zur Folge, worauf das Mediastinum zur Gegenseite verlagert («mediastinal shift») und der venöse Rückfluss zum Herzen beeinträchtigt wird → Verminderung des Herzminutenvolumens → obstruktiver Schock.
 - Der Spannungspneumothorax ist eine Komplikation die am häufigsten nach traumatisch bedingtem Pneumothorax auftritt (betrifft 5.5 % der traumatischen Pneumothorax) und viel seltener nach sekundärem oder primärem Spontanpneumothorax.
 - Bei mechanisch beatmeten Patienten entsteht der Spannungspneumothorax aufgrund des positiven Beatmungsdrucks sehr schnell → rascher hämodynamischer Kollaps.
 - Eine liegende Thoraxdrainage schliesst einen Spannungspneumothorax nicht aus. Die Drainage kann verstopfen oder dislozieren und dadurch in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.
- Klin:
- Symptome: Dyspnoe, Tachypnoe, Thoraxschmerzen
 - Klinische Untersuchung:
 - Gestaute Halsvenen, Zyanose, schwergradige art. Hypotonie, Präschock, Schock
 - Tachykardie, Pulsus paradoxus (s. xxx), SpO₂ ↓
 - Auf der betroffenen Seite:
 - Verminderte Atemgeräusche
 - Perkutorisch verstärkter Klopfeschall (verstärkter Tympanismus)
- Dg:
- Die Diagnose des Spannungsthorax wird klinisch gestellt und nicht radiologisch.
- Lab:
- ABGA: PaO₂ ↓ (Hypoxämie)
- Rx:
- Die Röntgendiagnostik darf bei klinischem Verdacht auf Spannungspneumothorax bei hämodynamisch instabilen Patienten die Thoraxdrainage nicht verzögern!
 - Röntgenthorax:
 - Mediastinaler Shift auf die gesunde Seite
 - Einseitige Verbreiterung der Interkostalräume
 - Einseitiger Zwerchfelltiefstand mit tiefem Sinus phrenico-costalis («deep sulcus sign»)
 - Transthorakale Sonographie → «eFAST» («extended focused assessment with sonography in trauma»):
 - Fehlende B-Linien, fehlendes Lungengleiten im B-Bild bzw. Stratosphärenzeichen
 - Fehlendes «Seashore-Zeichen» im M-Mode
 - Mediastinal shift
 - Gestaute Vena cava inferior
- Vorg:
- Praktisches Vorgehen bei Verdacht auf Spannungspneumothorax:
 1. 20 mL-Spritze bis zur Hälfte mit NaCl 0.9 % füllen. Aufsetzen eines dicken Venflon® (grau); Länge bis zu 8 cm nötig je nach Habitus.
 2. Lokalisation der Einstichstelle zur notfallentastenden Punktion: 2. ICR in der Medioklavikulärlinie. Nicht parasternal stechen, da sich dort die A. thoracica interna befindet!
 3. Vorstossen der Spritze durch die Thoraxwand unter kontinuierlicher Aspiration.
 4. Wenn plötzlich Luft leicht aspiriert werden kann (welche sich als Blasen in der Spritze manifestiert) ist ein Pneumothorax wahrscheinlich. Die Nadelspitze im Pleuraraum belassen und die Spritze abschrauben. Die Nadelspitze bleibt somit offen im Pleuraraum stehen, was der beim Spannungspneumothorax vorhandenen Überdruckluft die Möglichkeit gibt, auszutreten. Dieses Manöver erlaubt es, den intrathorakalen Überdruck sofort zu senken und somit das Herzzeitvolumen anzuheben, dank wiedergewonnenem venösem Rückfluss.

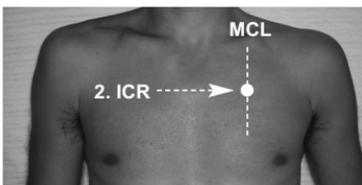


Foto 1: Lokalisation zur Notfallpleurapunktion: 2. ICR ↔ MCL (hier: Spannungspneumothorax links)
 2. ICR = 2. Interkostalraum (der 1. ICR befindet sich unter der Klavikula); MCL Medioklavikulärlinie

Wenn die akute Lebensgefahr vorüber ist, wird zeitnah die Thoraxdrainage angelegt.

5. Standardmässige Thoraxdrainage:

- Grösse des Drains: Charrière 28-32 bei Trauma
- Punktionsstelle des Drains im «safety triangle»:

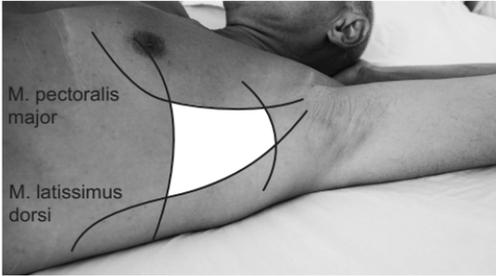


Foto 2: Punktionsstelle des Drains im «safety triangle».

- Grosszügige Lokalanästhesie, dann 2 cm lange Hautinzision (parallel zum ICR und direkt oberhalb der Rippe), stumpfe Tunnellierung der Brustweichteile und Eröffnung der Pleura.
 - Digitale Aufweitung der Pleurainzision und Austastung des Pleuraspaltes.
 - Einführen des Drains zwischen den geöffneten Backen einer Kornzange, widerstandslos in die Pleurahöhle platzieren (nach apikal anterior gerichtet; im Gegensatz bei Pleuraerguss, wo der Drain nach basal posterior gerichtet wird).
 - Befestigung des Drains mit einer Haltenaht und zusätzlich einer vorsorglichen Tabaksbeutelnaht (dient später zum Wundverschluss, wenn der Drain entfernt wird).
 - Sog (Aspiration): 10-20 cm H₂O (bei allen Patienten gleich)
6. Kontroll-Röntgenthoraxbild nach der Thoraxdraineeinlage

