

Radiologische Bildgebung des Thorax beim Intensivpatienten

Roland C. Bittner, Ulrich Kraemer

Übersicht

Einleitung	253	Lunge	265
Grundlagen	254	Aortenruptur und -dissektion	270
Lagekontrolle von Drainagen und Sonden	258	Thoraxtrauma	271
Herz und Gefäße	261	Postoperativer Thorax	272
Pleuraraum	262	Pädiatrischer Thorax	273

Einleitung

Die Entscheidung zur bildgebenden Diagnostik des Thorax beim intensivpflichtigen Patienten sollte das Ergebnis eines interdisziplinären Informationsaustausches zwischen Kliniker und Radiologe sein, damit wird zugleich die Forderung des Gesetzgebers nach der „rechtfertigenden Indikation“ für Röntgenuntersuchungen erfüllt. Es stehen bettseitig durchführbare Verfahren zur Verfügung und solche, die wie die CT einen meist aufwendigen Transport des Patienten erfordern.

Grundsätzlich sind vom Intensivmediziner vor der Anforderung zu klären:

- Wie lautet die genaue Fragestellung bzw. was soll erreicht werden?
- Handelt es sich um einen Notfall oder ist die Untersuchung planbar?
- Welches Verfahren ist das optimale?
- Wer führt die Untersuchung durch?
- Ist ein Transport notwendig?

Die Wahl des diagnostischen Verfahrens sollte einerseits mit möglichst geringem Aufwand schnell die Beantwortung der Fragestellung ermöglichen, andererseits bei notwendigem Transport des Patienten die Risiken im Verhältnis zum diagnostischen bzw. therapeutischen Nutzen berücksichtigen. Es gelten die Vorgaben des Strahlenschutzes – auch für andere Patien-

ten und medizinisches Personal. Voruntersuchungen und mögliche alternative Verfahren ohne oder mit geringerer Strahlenexposition sind in die Entscheidung einzubeziehen. Die aus Gründen des Strahlenschutzes notwendige rechtfertigende Indikation für die Durchführung der angeforderten Untersuchung wird vom Radiologen gestellt.

Auch bei Notfalluntersuchungen und auf der Intensivstation unterliegen die radiologischen Untersuchungen den gesetzlichen Bestimmungen für Röntgenuntersuchungen und Strahlenschutz.

Ein tägliches interdisziplinäres klinisch-radiologisches Konsil vereinfacht das Erkennen medizinischer Komplikationen und beschleunigt das therapeutische Handeln durch die Zusammenschau von Bildbefund und klinischem Aspekt.

In diesem Artikel werden die wesentlichen thorakalen Krankheitsbilder und Komplikationen, deren Nichterkennen bzw. Nichtbehandlung eine besondere Gefährdung für die Patienten sind, die bildgebenden Verfahren sowie mögliche radiologische Interventionen erläutert.

Tabelle 1

Gewichtete Untersuchungsindikationen bei Intensivpatienten.

Fragestellung	Verfahren (in absteigender Wertigkeit)
Kontrolle von Kathetern, Sonden, Drainagen	Röntgen-Thorax (mit Oberbauch bei Sondenlage), Gefäßsonografie bei Kindern, Echokardiografie bei Schrittmacherelektroden und IABP
Pneumothorax, Weichteilemphysem	(Sitzend-) Röntgen-Thorax, Thoraxsonografie, CT-Thorax nur, wenn Drainage bildgesteuert gelegt werden soll
Pneumonie, Stauung, Ödem, Belüftungsstörung	Röntgen-Thorax oder Thoraxsonografie, (Thorax-CT bei Verdacht auf ARDS/ALI oder interstitielle Pneumonie)
Herzgröße, Stauung, Volumenbelastung, Erguss	Thoraxröntgen, Pleurasonografie, Echokardiografie
Lungenarterienembolie	Angio-Thorax-CT, Röntgen-Thorax, Echokardiografie
mediastinale Raumforderung, Verdacht auf Mediastinitis	Thorax-CT mit Kontrastmittel
postoperative pulmonale oder pleurale Komplikationen	Thoraxsonografie oder Röntgen-Thorax, Thorax-CT mit Kontrastmittel
unklare röntgenologische oder sonografische Befunde bei klinischer Instabilität	Thorax-CT mit Kontrastmittel (evtl. mit Oberbauch)

Grundlagen

Indikationen

Die tägliche „Routineaufnahme“ ist aus Strahlenschutzgründen obsolet. Heute ist eine differenzierte Bildgebungsplanung unter Berücksichtigung der klinischen Befunde und Laborparameter des Patienten üblich (Tab. 1, Infobox 1).

Untersuchungsverfahren

Echokardiografie. Neben Röntgenaufnahmen haben sich die sonografischen Verfahren in der intensivmedizinischen Diagnostik etabliert. Als unverzichtbar gilt inzwischen insbesondere die transthorakale und transösophageale Farbdoppler-Echokardiografie bei Patienten mit pulmonalen und kardiovaskulären Pro-

blemen. Notwendig ist ein modernes Sonografiegerät mit Farbdopplerfunktion und Dokumentationsmöglichkeit auf der Station. Ein Pneumothorax und ein Pleura- oder Perikarderguss ist schnell mit der Sonografie nachzuweisen – Röntgenverfahren sind hierzu nicht erforderlich. Voraussetzung ist allerdings ein erfahrener Untersucher.

Röntgen-Thorax. Bettseitig verfügbar und primär einzusetzen zur thorakalen Intensivdiagnostik sind konventionelle Röntgenuntersuchungen mit einem mobilen Gerät. Die „Bett-“ oder „Liegelunge“ ist unverändert die häufigste bildgebende Maßnahme auf der Intensivstation. Der Wert dieser Untersuchung ist unbestritten, da in einem hohen Prozentsatz relevante Befunde gesehen werden. Die Häufigkeit „unerwarteter“ relevanter Befunde in Thoraxröntgenaufnahmen auf der Intensivstation liegt je nach Patientenkollektiv bei 1 – 45% [1 – 4].

Die Thoraxröntgenaufnahme sollte man entweder flach liegend im a.-p. Strahlengang oder in möglichst aufrecht sitzender Position (p.-a. Strahlengang) anfertigen. Kann der Patient am Bettrand sitzen, lässt man ihn am besten die Kassette vor der Brust selbst halten. Eine Halbsitzend-Aufnahme sollte man wegen der dabei fast immer schlechten Inspirationslage und der projektionsbedingt verkürzten Lunge bei meist gestauchtem Thorax und Lordose-Position vermeiden (Abb. 1).

Die Interpretation einer „Bettlung“ setzt große Erfahrung voraus, zudem profunde Kenntnisse pathophysiologischer und klinisch-radiologischer Zusammenhänge. Hilfreich ist dabei eine tägliche radiologische Besprechung auf der Station mit den aktuellen klinischen Patientendaten.

Infobox 1

Indikationen für Thoraxröntgenaufnahmen auf der Intensivstation

Tägliche Kontrolle:

- Patient mit mechanischer Beatmung (noch immer kontrovers diskutiert)
- Patient mit akuter kardiopulmonaler Klinik

Sofortige bzw. symptomorientierte Kontrolle:

- Neuanlage, Wechsel oder Verdacht auf Dislokation von Kathetern, Drainagen, Tubus, Sonden etc.
- postoperativer Verdacht auf Komplikationen
- Patienten mit septischem Krankheitsbild



Abb. 1 Halb-sitzend-Aufnahme mit deutlicher Lordose-Position, Schlüsselbeine über die Lungenspitzen projiziert. Eingeschränkte Beurteilbarkeit.

Die Beschränkungen der Thoraxröntgen-Bettaufnahme ergeben sich aus dem verkleinerten Fokus-Patienten-Abstand mit unschärferer zentraler Gefäßzeichnung und leicht verbreitert wirkendem Herz und Mediastinum. Darüber hinaus laufen freie Pleuraergüsse aus und „trüben“ die basalen Lungenabschnitte. Ein Pneumothorax bildet zudem im Liegen rundliche Transparenzerhöhungen über den mittleren oder oberen Thoraxabschnitten und ist nicht direkt nachweisbar.

Ein Pneumothorax kann auf der Röntgenthoraxaufnahme im Liegen also dem Nachweis entgehen.

Bei Liegendaufnahmen muss man Aufnahmetechnik, mögliche Adipositas oder Kachexie und evtl. von extern überlagernde oder eingebrachte Fremdkörper bzw. Instrumente bei der Beurteilung stärker berücksichtigen (Abb. 2).

Weiche, helle Aufnahmen oder eine erhebliche Weichteilüberlagerung beeinflussen die Bildbeurteilung. Bei intubierten Patienten können die Beatmungsparameter den Befund stark beeinflussen. So kann eine Erhöhung des PEEP ein noch in der Voraufnahme deutlich nachweisbares Lungenödem vollständig zurückbilden.

Auch die Lage des Patienten vor der Röntgenaufnahme beeinflusst die Bildbefunde. Größere Sekretmengen können bei vorheriger Seitenlage auf die abhängige Seite wandern, Ergüsse können sich verlagern und abkapseln oder septieren (Abb. 3).

Eine Volumenzufuhr oder -entlastung kann im Röntgenbild zu einer interstitiellen Dichteerhö-



Abb. 2 Überlagerung beider basaler Lungenfelder durch Mamma-Implantate, rechts ringförmig verkalkt.

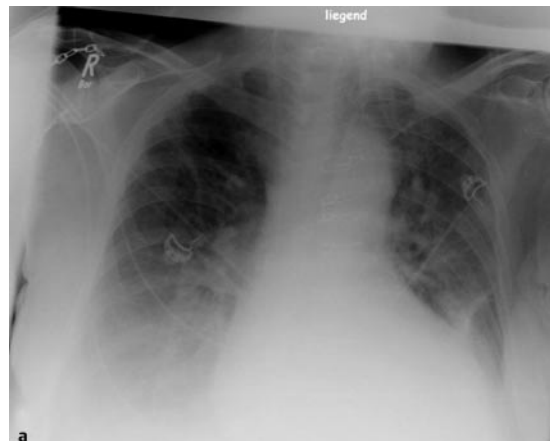


Abb. 3 Beatmeter Patient mit Sepsis nach abdominalen Perforation. **a** Sekretretention im rechten Unterfeld und zentral bronchitische Zeichnung. **b** Nach Linksseitenlage über Nacht deutliche Sekretverlagerung nach links, rechts bessere Belüftung.

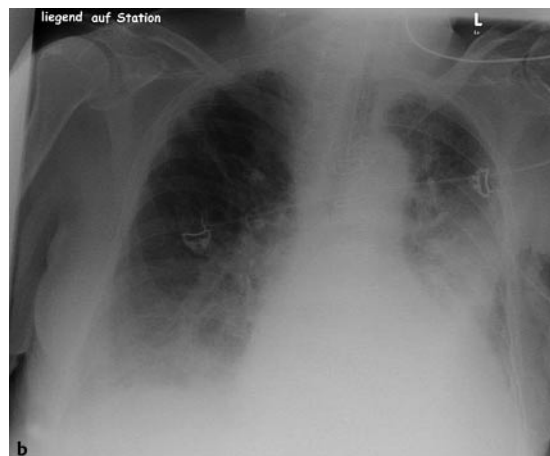


Tabelle 2**Beispiele für Niedrig- und Hochdosisuntersuchungen der Röntgen-diagnostik.**

Niedrigdosisuntersuchungen	Hochdosisuntersuchungen
Thoraxröntgenaufnahme	Abdomen- und Beckenröntgenaufnahme
Schädel- und Extremitätenröntgenaufnahme	Abdomen- und Becken-CT
Schädel- und Thorax-CT	Abdomen- und Beckendurchleuchtung
HWS- und Thoraxdurchleuchtung	LWS-Röntgenaufnahme

**lung bzw. Dichteminderung und zu einer Gefäßbe-
tonung bzw. Gefäßkaliberverschmälerung führen.**

CT. Die Anzahl der CT-Untersuchungen bei Intensivpatienten hat in den letzten Jahren stark zugenommen [5]. Insbesondere die Mehrzeilen-Spiraltechnik kann große Körpervolumina schnell komplett erfassen, Weichteil-, Lungen- und Knochengewebe sicher unterscheiden sowie Gefäße oder Katheter und Sonden – in beliebiger Ebene und auch dreidimensional – darstellen [6]. CT-gesteuerte invasive Verfahren wie z. B. Abszessdrainagen können oft Operationen vermeiden.

Eine CT sollte bei thorakalen Fragestellungen erst dann durchgeführt werden, wenn die bettseitig verfügbaren Verfahren keine eindeutige therapierelevante Diagnose bei klinisch instabilem Patienten ergeben [6]. Hierzu

gehört z. B. der Nachweis einer Lungenarterienembolie oder eine CT-gesteuerte Drainage eines lokalisierten Pneumothorax' oder Pleuraergusses.

MRT und Szintigrafie. Zur thorakalen Diagnostik sind aufwendigere Verfahren wie MRT oder Perfusionsszintigrafie nur in seltenen Einzelfällen indiziert.

Strahlenschutz

Strahlenschutzschürzen und Gonadenschutz müssen auf Station vorhanden sein. Für schwangere Patientinnen gilt strengste Indikationsstellung für Röntgenuntersuchungen [7–9].

Röntgen bei Schwangeren: Was gut ist für die Mutter, ist gut für das Kind.

Effektivdosis. Die Diagnostik mit Röntgenstrahlen wird grob in Niedrigdosis- und Hochdosisuntersuchungen unterteilt (Tab. 2), wobei Letztere nur nach Ausscheiden alternativer Verfahren durchgeführt werden sollten.

Für die Risikoabschätzung gilt, dass bei 10 Röntgenbettaufnahmen des Thorax' für den Patienten das Risiko, an einem Malignom zu erkranken, etwa um 0,01 % ansteigt. Demgegenüber steigt dieser Wert nach 10 Abdomen-CT um 0,4–0,5%.

Tabelle 3**Effektivdosen bei Röntgenaufnahmen.**

Radiologisches Verfahren	Typische Effektivdosis (mSv)	Zeitäquivalent durch natürliche Strahlenexposition (Deutschland 2009)
Thoraxröntgenaufnahme liegend	0,05 mSv	ca. 8 Tage
Abdomenübersicht liegend	0,8 mSv	ca. 130 Tage
Thorax-CT	6mSv (Niedrigdosis 2 mSv)	ca. 3 Jahre (ca. 1 Jahr)
Abdomen-/Becken-CT	10mSv (Niedrigdosis 5 mSv)	ca. 5 Jahre (ca. 2,5 Jahre)
Kopf-CT	2 mSv	ca. 1 Jahr
Skelettröntgenaufnahme Hand	0,01 mSv	ca. 2 Tage
Skelettröntgenaufnahme LWS	1 mSv	ca. 180 Tage

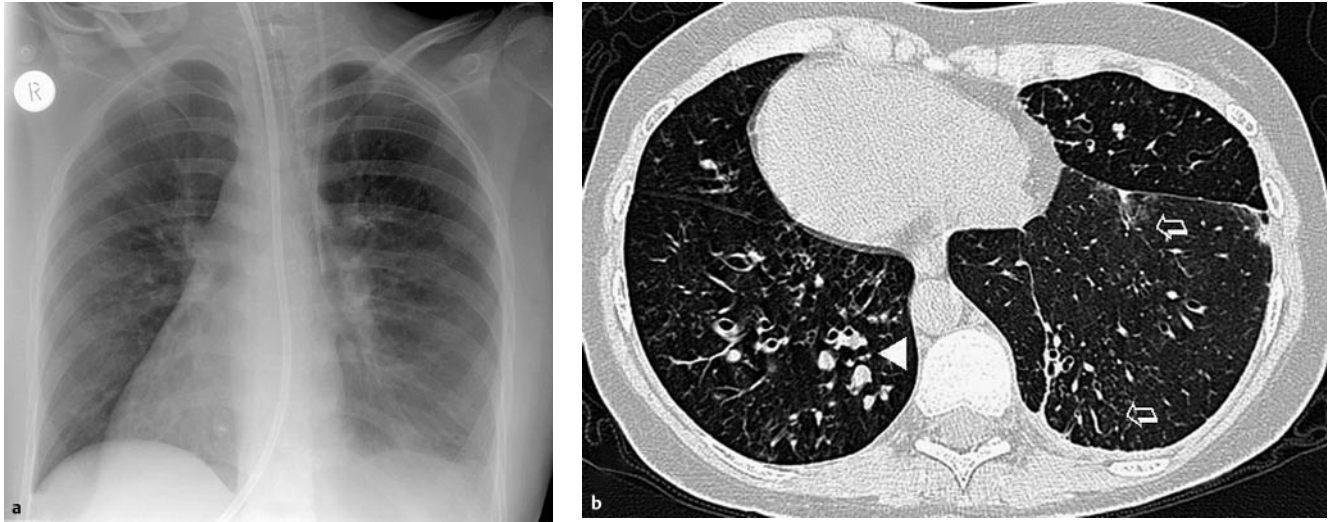


Abb. 4 Junge Patientin mit Kartagener-Syndrom und Pneumonie im linken Unterlappen. **a** Röntgenaufnahme mit Situs inversus totalis, auch die Magensonde zieht nach rechts. Flaes Infiltrat links basal mit unscharfem Diaphragma als Korrelat der Pneumonie. **b** Das korrespondierende CT zeigt typische Bronchiektasen beidseits, zum Teil sekretgefüllt (Pfeilspitze). Flae Infiltrate links (Pfeile).

Die natürliche Strahlenbelastung eines Erwachsenen in Deutschland betrug 2009 ca. $6 \mu\text{Sv}/\text{d}$, jährlich somit insgesamt ca. $2,1 \text{ mSv}$ (Tab. 3) [10].

Die effektive Dosis einer Thorax-CT im Vergleich zur Liegendröntgenaufnahme des Thorax' ist rund 70-mal höher.

Abstand. Bei Röntgenthoraxaufnahmen ist bereits in ca. 1,5 m Abstand von der Strahlenquelle keine signifikante Belastung für Personal und andere Patienten mehr vorhanden.

Abstand ist der beste Strahlenschutz.

Strahlenschutzwand. Für Röntgenaufnahmen in horizontalem Strahlengang ist eine fahrbare Strahlenschutzwand vorgeschrieben, sofern sich weitere Patienten oder Personal während der Aufnahme im Raum aufhalten. Bei einem „Schuss“ in Richtung eines Fensters ist eine Strahlenschutzwand verzichtbar, wenn sich das Zimmer im ersten Stock oder höher befindet.

Bei der Durchführung von Liegendröntgenaufnahmen (a.-p. Projektion) ist insbesondere auf die korrekte Seitenbezeichnung zu achten (Abb. 4).

Digitale Informationssysteme. Die Anforderung radiologischer Leistungen auf der Intensivstation muss sofort möglich sein, wahrgenommen und umgesetzt werden. Dies geschieht heute meist auf elektronischem Weg über ein digitales Informations- und Dokumentationssystem [1]. Aus juristischen Gründen sind klare Vorgaben für die Nutzer solcher Systeme vorgegeben wie z. B. personengebundenes Einloggen ins System, der hinterlegte Nachweis der Kenntnisse im Strahlenschutz oder eventuelle radiologische Teilgebetsfachkunde. Auch eine schnelle radiologische Befundübermittlung ist auf diesem Wege möglich. Noch dominiert hier allerdings unverändert der handschriftlich unterzeichnete Kurzbefund.

Bilddbetrachtung. Monitorsysteme auf der Intensivstation zur Betrachtung von (nicht nur) radiologischen Bildbefunden erfordern 2 Monitore nebeneinander zur Bilddbetrachtung, evtl. einen weiteren (kleineren) für den Patientendatenaufruf über das radiologische (RIS) oder das Krankenhaus-Informationssystem (KIS). Dabei ist auf eine adäquate Größe ($> 23 \text{ Zoll}$), räumliche Auflösung (mehr als $800 \times 1200 \text{ Pixel}$) sowie eine ausreichende Leuchtdichte ($> 200 \text{ cd}/\text{m}^2$) zu achten. Bei der Anbringung muss man störenden Lichteinfall vermeiden. Außerdem sollte vor den Monitoren ein Mehrpersonenkonsil möglich sein.

Abb. 5 Patient nach schwerstem Polytrauma und ARDS/ALI. Insgesamt 9 Thoraxdrainagen bei diversen lokalen Pneumothoraces, Trachealkanüle, Magen-sonde, ZVK von rechts jugulär. Links paramediastinale, saumförmige Pneumothoraces mit resultierender scharfer linker Herzkontur.



Abb. 6 Neuanlage eines ZVK von rechts zervikal. Arterielle Fehllage durch Punktion der A. carotis communis. Der Katheter verläuft über den Truncus brachiocephalicus. Die Katheterspitze befindet sich intraaortal in Höhe der Aortenklappe.

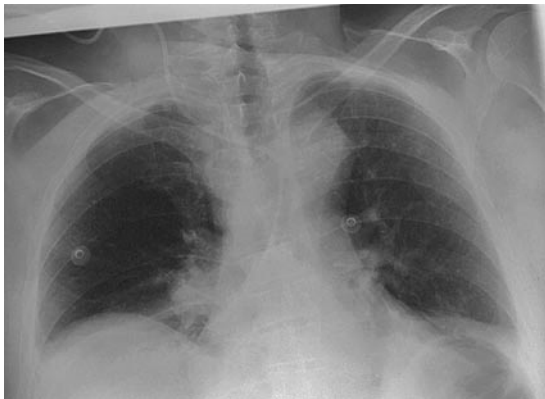
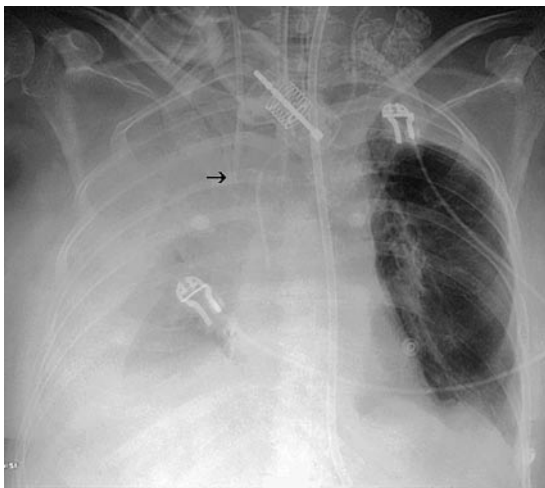


Abb. 7 Fehllage eines Shaldon-Katheters. Die Katheterspitze (Pfeilspitze) liegt extravasal paramediastinal rechts deutlich lateral des regelrecht in der V. cava superior liegenden ZVK. Bereits manifester ausgeprägter Pleuraerguss/Infusionsthorax durch Volumengabe über den Shaldon-Katheter.



Lagekontrolle von Drainagen und Sonden

Die Lage von zentralen Kathetern, Drainagen, Trachealkanülen, Schrittmacherelektroden, Intestinalsonden oder intraarteriellen Pumpen kann man auf der Thoraxröntgenaufnahme meist problemlos kontrollieren (Abb. 5). Drainagen und Instrumente, die in der Intensivmedizin häufig anzutreffen sind, sind in Tab. 4 zusammengestellt.

Auch Komplikationen aufgrund der oft „blinden“ Applikation der Instrumente sind auf der Thoraxaufnahme zu erkennen. Die Rate nicht korrekt liegender Katheter, Sonden oder Tuben beträgt bis zu 27% [2]. In Zweifelsfällen ist es erforderlich, die korrekte intravasale Katheterlage sonografisch, durch Anspritzen mit Kontrastmittel oder mit einer Blutgasanalyse zu sichern (Abb. 6).

Beim Legen großlumiger und relativ steifer Katheter wie z. B. Shaldon-Katheter besteht bei unvorsichtigem Einbringen von links und rechtwinkliger Einmündung der linken V. brachiocephalica in den venösen Konfluenz die Gefahr der Wandverletzung durch die Katheterspitze – im schlimmsten Fall bis zur Perforation mit Hämatothorax.

Auffällige Konfigurationsänderungen des (rechten) Mediastinums oder neu aufgetretene Pleuraergüsse können auf Einblutungen hinweisen.

Zentralvenöse Katheter. Idealerweise sollte sich die Spitze von zentralvenösen Kathetern sowie von Hickman-, Shaldon- oder Port-Kathetern in der V. cava superior etwa auf den paravertebralen Anteil der 6.–8. Rippe rechts projizieren. Der Katheterverlauf sollte gerade und ohne Schlaufenbildung sein. Bei einer seitlichen Abweichung des Katheters mit Projektion über Lunge oder mittleres Mediastinum sollte man mit dem Intensivmediziner Rücksprache halten (Abb. 7).

Pulmonalkatheter. Pulmonalkatheter sollten nicht zu weit peripher liegen, da sonst zumindest theoretisch die Gefahr einer Thrombosierung besteht. Auch eine zentrale Lage im Truncus pulmonalis erfordert eine Korrektur, weil sonst keine adäquate Druckmessung möglich ist. Idealerweise liegt die Katheterspitze ca. 1 cm lateral der Hili.

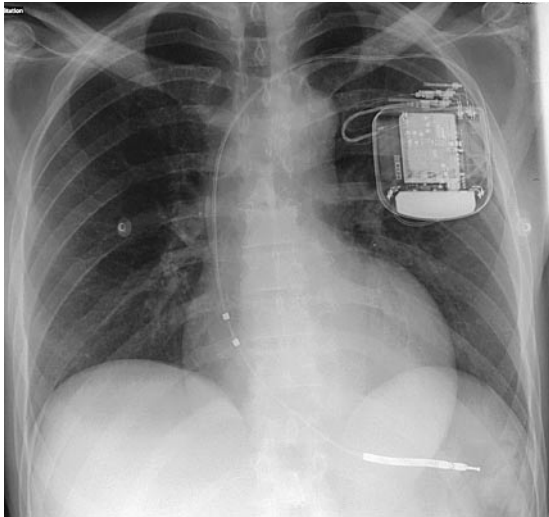


Abb. 8 Die Elektrodenspitze projiziert sich außerhalb der Herzkontur als Zeichen einer Myokardperforation.



Abb. 9 COPD-Patient mit beidseitiger Bronchopneumonie und respiratorischer Insuffizienz. Fehllage der Spitze des Endotrachealtubus im rechten Hauptbronchus. Darüber hinaus Schlaufenbildung der Magensonde im Larynxbereich. Retrokardiale Magenhernierung nach intrathorakal. Die Magensonde wurde gegen leichten Widerstand vorgeschoben.

Schrittmacherelektroden. Passagere Schrittmacherelektroden liegen korrekt im Bereich der rechten Ventrikelspitze. Dislozieren können sie in den Vorhof, aber auch in den Sinus coronarius. Bei unsicherem Befund ist eine echokardiografische Abklärung notwendig. Projiziert sich die Sondenspitze über die Lunge oder den linken Herzrand hinaus, spricht dies für eine Myokardperforation (Abb. 8).



Abb. 10 Patient mit postoperativem Durchgangssyndrom. Am Vortag hatte der Patient den oberen Anteil des Tubus abgerissen, der distale Anteil ist in der Trachea und dem rechten Hauptbronchus verblieben. Allenfalls geringe Belüftungsstörungen rechts basal. Patient war sonst nicht beeinträchtigt.

Intraarterielle Ballonpumpe. Eine intraarterielle Ballonpumpe erkennt man am gasgefüllten Lumen in der Aorta mit röntgendichten Markern. Die obere Markierung sollte im distalen Aortenbogen liegen.

Endotrachealtuben. Eine Fehllage von Endotrachealtuben kommt in bis zu 20% vor, meist endobronchial nach rechts (Abb. 9).

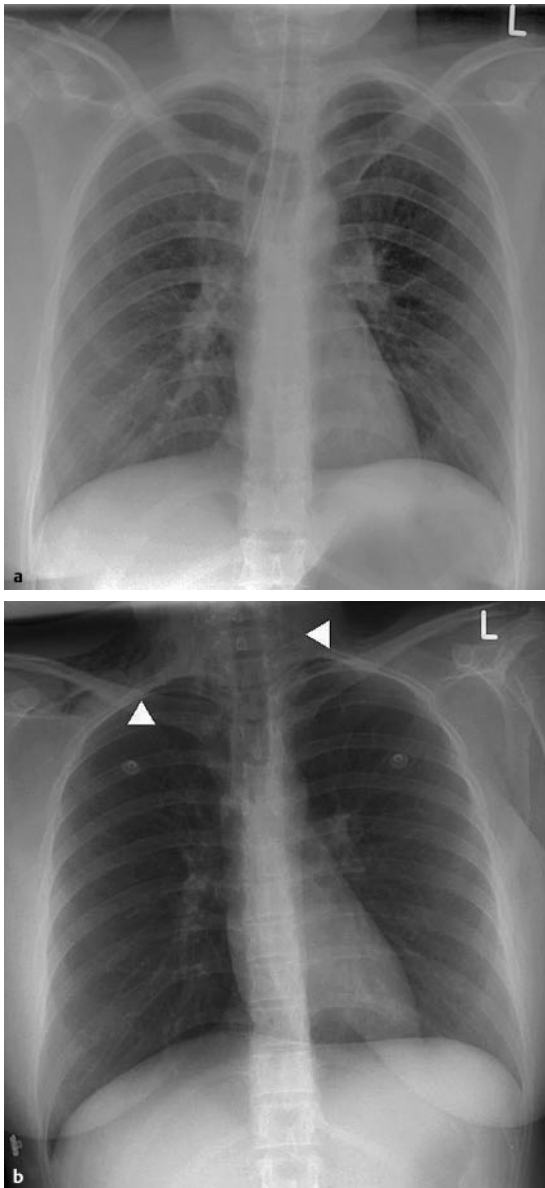
Jede Neuanlage eines Endotrachealtubus sollte röntgenologisch kontrolliert werden. Die untere Spitze des Tubus sollte bei normaler Kopfhaltung 3–4 cm, mindestens aber 2 cm oberhalb der Karina trachealis liegen. Der Tubus sollte außerdem nach kranial bis zum oberen Bildrand verfolgbar sein (Abb. 10). Eine Über-

Tabelle 4

Drainagen und Instrumente, die bei Intensivpatienten häufig eingesetzt werden.

venös	arteriell	extravasal
ZVK	aortaler (Pigtail-) Katheter	Magen-/Duodenalsonde
Shaldon-Katheter	Pulmonalkatheter	Endotrachealtubus
Hickman-Katheter	PM-/ICD-Ventrikel­elektrode	Trachealkanüle
Port-Katheter	intraaortale Ballonpumpe	Pleuradrainage
peripherer Katheter	„Impella device“	Perikarddrainage
PM-/AICD-Vorhofelektrode		Mediastinaldrainage
ECMO-Katheter		Sengstakensonde

Abb. 11 Kontrollbefund nach „schwieriger Intubation“. **a** Die Kontrollaufnahme nach Intubation zeigt den deutlich überblähten Cuff in der distalen Trachea. Die Tubusspitze liegt im rechten Hauptbronchus. **b** Die Aufnahme einen Tag später nach Extubation zeigt ein deutliches Mediastinal- und Weichteilemphysem (Pfeilspitzen). Ursache war ein Einriss in der Tracheahinterwand, vermutlich durch den überblähten Cuff.



blähung eines Tubusballons mit einer Aufweitung der Trachea muss man aufgrund der Gefahr einer Tracheawandverletzung unbedingt vermeiden (Abb. 11).

Beim Verdacht auf eine Verletzung von Larynx oder Trachea nach endotrachealer Intubation sollte man unbedingt eine CT zum Ausschluss einer Perforation, eines Mediastinalemphysems oder einer Blutung durchführen. Im weiteren Verlauf kann auch eine Kontroll-CT zum Ausschluss einer Mediastinitis oder eines Abszesses sinnvoll sein (Abb. 12).

Magensonden. Magensonden werden überwiegend nasogastral angelegt. Sie sind trotz des fast immer vorhandenen röntgendichten Markerstreifens oft schlecht zu erkennen. Nach Anlage ist eine Lagekontrolle durch Auskultation und Aspiration obligat. Bei unklarem Befund ist eine röntgenologische Kontrolle angezeigt. Erkennen und sofort beheben muss man eine tracheobronchiale Fehllage, ein Umschlagen zurück in den Ösophagus sowie eine Schlaufenbildung im Larynx oder Hypopharynx (Abb. 13).

Insbesondere bei älteren Patienten ist daran zu denken, dass eine zwar symptomlose, aber mitunter ausgeprägte Hernierung von Magenanteilen nach intrathorakal – meist retrokardial – bis zum „Upside-down“-Magen“ möglich ist (Abb. 9).

Pleuradrainage. Die Beurteilung der Lage einer Pleuradrainage orientiert sich an deren Aufgabe: bei einem Pleuraerguss oder Hämatothorax sollte die Drainage eher hinten und unten liegen, beim Pneumothorax ist eine ventrokraniale Lage erfolgversprechender. Zu tief oder zu weit eingeführte Drainagen können zu Verletzungen von Gefäßen und Nerven führen sowie zur Penetration nach mediastinal oder in den kontralateralen Hemithorax. Eine intrafissurale Lage führt häufig nicht zur Beseitigung des Pneumothorax' oder Ergusses. Eine intraparenchymatöse Lage muss man in jedem Fall vermeiden bzw. sofort korrigieren. Bei vermutlich oder offensichtlich erschwerten Bedingungen sollte man die Drainage primär bildgesteuert einbringen (Sonografie oder Durchleuchtungs-CT).

Die korrekte Lage einer Thoraxdrainage richtet sich nach der Indikation – es gibt keine allgemein „richtige“ Lage.

Die Dislokation oder zu kurze Insertion einer Drainage kann zu einem Weichteilemphysem der Thoraxwand führen. Die dargestellten Probleme legen bereits nahe, dass in unklaren Fällen neben der Röntgenaufnahme in a.-p. Projektion eine seitliche Aufnahme oder eine sonografische Kontrolle erforderlich ist.

Abb. 14 Patient mit Herzinsuffizienz. **a** Ausgeprägte pulmonalvenöse Stauung mit interstitiellem Ödem und zentraler Stauungsbronchitis, beginnende Stauungsinfiltrate rechts mehr als links basal. ZVK von links regelrecht. **b** Kontrollaufnahme ca. 48 h später mit weitgehender Rückbildung der Stauungszeichen. ▶

Herz und Gefäße

Herzvergrößerung. Im Vergleich zur Stehend- wird auf der Liegendröntgenaufnahme des Thorax' das Herz größer abgebildet. Es gilt grob eine 2-zu-1-Regel:

Die normale Herzgröße entspricht maximal der Hälfte des Thoraxquerdurchmessers in gleicher Höhe.

Eine röntgenologische Herzvergrößerung sollte immer abgeklärt werden, in der Regel echokardiografisch – beim Verdacht auf einen Perikarderguss auch einfach sonografisch. Oft liegen begleitende, sonografisch nachweisbare Pleuraergüsse und/oder pulmonalvenöse Stauungszeichen vor. Das röntgenologische Erscheinungsbild einer venösen Stauung beinhaltet eine vermehrte Blutfüllung der Venen, nachgeordnet auch der Arterien, meist zusammen mit einer Herzvergrößerung. Es kommt zu einer verstärkten Gefäßzeichnung hilär betont mit mehr oder weniger ausgeprägter Unschärfe (Abb. 14).

Stauungszeichen. Eine Verdickung der Bronchialwände durch interstitielle Flüssigkeitseinlagerung („Cuffing“) ist ein typisches Zeichen einer „Stauungsbronchitis“. Die weitere Zunahme der venösen Stauung hat die Entstehung eines interstitiellen Ödems zur Folge. Zu erkennen ist es an einer milchigen Trübung, die sich zunächst zentral perivaskulär ausbildet und später nach peripher fortschreitet. Bei weiter zunehmender Dichte vornehmlich in den kaudalen Lungenanteilen (beim liegenden Patienten in den basalen Anteilen) entwickelt sich ein alveoläres Ödem, das auf der Röntgenaufnahme als Infiltrat sichtbar wird. Die interlobu-



Abb. 12 Nach einer Tracheawandverletzung entstandene Mediastinitis mit retrokardialen Senkungsabszess (Pfeil). Der Ösophagus ist nicht sicher abgrenzbar. Ausgedehnter Pleuraerguss (E) rechts.

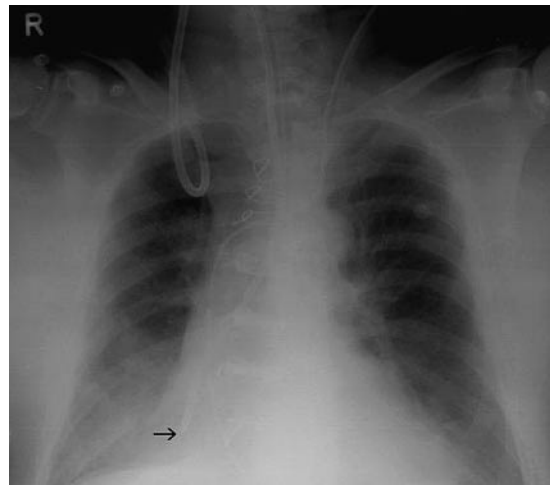


Abb. 13 Intrabronchiale Fehllage der neu angelegten Magensonde rechts (Pfeil).

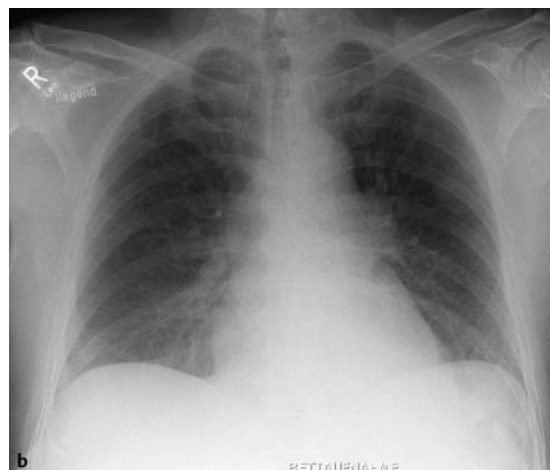
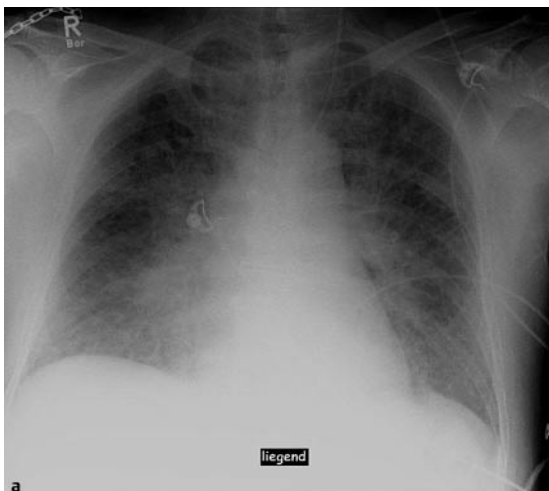




Abb. 15 Herzvergrößerung und Zeichen der chronischen Stauung. Kerley-B-Linien sind rechts besser als links erkennbar als laterobasale, horizontal verlaufende, streifige Verdichtungen (Pfeilspitzen). Sie repräsentieren die durch Flüssigkeitseinlagerung verdickten interlobulären Septen.

lären Septen sind durch die Flüssigkeitseinlagerung verdickt. Insbesondere bei chronischer Stauung werden diese – typischerweise laterobasal peripher gelegen – als „Kerley-B-Linien“ bezeichnet. Diese sind allerdings nur in Stehendaufnahmen gut zu erkennen (Abb. 15).

Zeichen der Volumenbelastung. Differenzialdiagnostisch schwierig von einer Stauung abzugrenzen ist die Volumenbelastung, die oft mit einer normalen Herzgröße einhergeht und keinen Pleuraerguss verursacht. Dafür findet man nicht selten eine Weichteilverdichtung oder -verbreiterung durch Anasarka. Bei septischen Patienten kann es zu einem „Capillary-leak“-Syndrom kommen als Zeichen der Störung der Integrität der pulmonalen Kapillargefäßmembran, was auf dem Röntgenbild wie ein interstitielles Ödem wirkt.

Pleuraraum

Pneumothorax und Pneumomediastinum

Liegendaufnahme. Ein Pneumothorax und dessen Ausmaß ist auf Liegendaufnahmen schlechter erkennbar, weil er sich ventral über der Lunge verteilt. In diesem Fall sind indirekte Zeichen wie ein abgesenktes Zwerchfell oder die scheinbare Doppelung des Zwerchfells durch die ventrale zusätzliche Luft-Zwerchfell-Grenze hilfreich (Abb. 16).

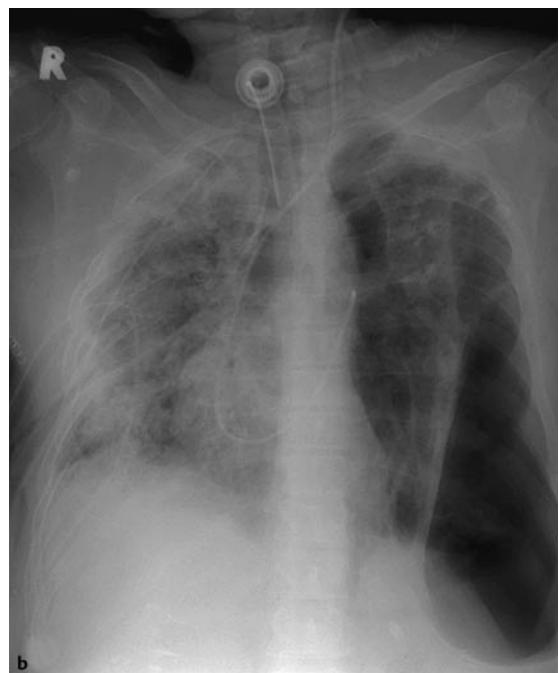
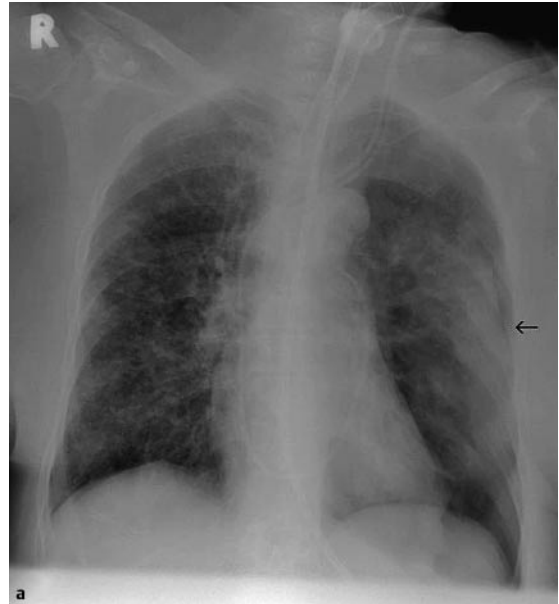


Abb. 16 Langzeitbeatmeter COPD-Patient mit Pneumonie beidseits. **a** Indirekte Pneumothorax-Zeichen links: abgesenktes Zwerchfell, scharfer linker Herzrand, Lungenparenchym links mit peripherer pleuraparalleler Linie im Mittelfeld (Pfeil). **b** Nach ca. 6 h Spannungspneumothorax mit Verlagerung des linken Zwerchfells nach kaudal, Verlagerung des Mediastinums nach rechts und konsekutiven Belüftungsstörungen im Parenchym rechts.

Sonografie. Die Sonografie kann einen Pneumothorax nachweisen [3, 11 – 14]. In Einzelfällen wird sogar eine Überlegenheit gegenüber dem Röntgen-Thorax beschrieben [15]. Zur Darstellung des Pneumothorax' wird der Patient in Rückenlage untersucht. Man setzt



Abb. 17 Ausgeprägter Spannungspneumothorax rechts nach Thoraxoperation links. Endotrachealtubus, Magensonde und 2 Büllau-Drainagen links. Erhebliche Verlagerung des Mediastinums. Ursache: Fehlpunktion nach ZVK-Neuanlage von rechts subklavikulär.

die Ultraschallsonde rechts und links jeweils auf dem höchsten Punkt des Thorax' auf, denn hier sammelt sich die Luft. Wichtige Parameter sind die Lungenbewegung und „B-Linien“ (vertikale echogene Linien). Sind diese beiden Zeichen nachweisbar, ist ein Pneumothorax ausgeschlossen. Spricht der Befund dagegen für einen Pneumothorax, bewegt man die Ultraschallsonde nach lateral bis zum „lung point“, an dem die Lunge wieder bewegbar sichtbar wird. Hier sieht man ein mit dem Herzschlag synchrones Pulsieren der kollabierten Lunge. Der „lung point“ ist nicht auffindbar bei einer vollständig kollabierten Lunge.

Pleuradrainage. Die Indikation zur Drainageanlage wird interdisziplinär gestellt. Bei Pneumothorax und vorliegender Rippen(serien)fraktur ist eine Pleura-drainage fast immer indiziert. Im Extremfall eines Spannungspneus ist das Mediastinum zur Gegenseite verdrängt und eine sofortige Entlastungspunktion erforderlich (Abb. 17).

Ein Spannungspneumothorax kann auch bei bereits liegender Pleuradrainage auftreten.

Im Zweifelsfall und bei klinischer Relevanz klärt man die Situation mit einer Thorax-CT ab, wobei eine sofortige minimal invasive radiologische Intervention ausgeschlossen werden kann (Abb. 5, Abb. 18).

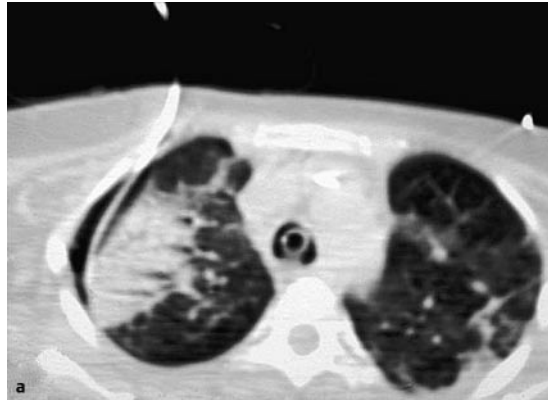


Abb. 18 COPD-Patient mit Bronchopneumonie. CT-gesteuerte Drainage rechts apikal. **a** Durchleuchtungs-CT-Aufnahme während der bildgesteuerten Drainageanlage, aus Strahlenschutzgründen mit reduzierter Ortsauflösung. **b** Röntgenkontrollaufnahme nach interventioneller Drainageanlage.

Pneumomediastinum. Ein Pneumomediastinum oder Pneumoperikard kommt meist als Begleiterscheinung bei ausgeprägtem Weichteilemphysem vor. Fehlt ein solches Emphysem, muss an eine tracheobronchiale oder ösophageale Perforation gedacht werden (Abb. 11). Dann ist im Zweifelsfall eine CT zur Abklärung und evtl. zum Ausschluss einer Mediastinitis indiziert (Abb. 12).

Abb. 19 Chronische Herzinsuffizienz. Rechts frei auslaufender Pleuraerguss mit nicht mehr erkennbarem Zwerchfell.

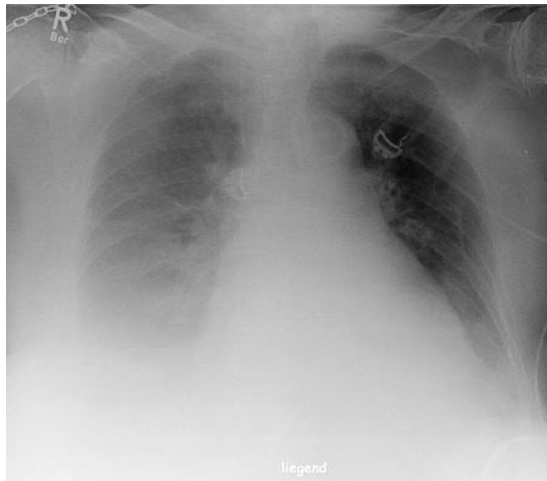


Abb. 20 Ausgedehnter Pleuraerguss bei Pleuropneumonie links bei einem 10-jährigen Jungen mit Fieber und Dyspnoe. Kontrollaufnahme nach Anlage einer Büllau-Drainage links. Der linke Hemithorax ist vollständig verschattet, das Mediastinum wird nach rechts verlagert.



Abb. 21 Gleicher Patient wie Abb. 18. Thorax-CT der Lungengbasis. Ausgeprägter Erguss beidseits, zusammen insgesamt mehr als 2 l. Der Erguss ist allenfalls angedeutet zu erkennen im Röntgenbild. Multiple lokalisierte Pneumothoraces links (Pfeile).



Pleuraerguss

Liegendaufnahme. Pleuraergüsse sind bei Intensivpatienten häufig. Röntgenologisch erkennt man einen Pleuraerguss auf einer Liegendaufnahme erst ab einer Größenordnung von 200–300 ml. Meist stellt sich der dorsal frei auslaufende Erguss als nach kranial abnehmende, schleierartige Verdichtung dar, die das Zwerchfell entweder unscharf macht oder gar nicht mehr erkennen lässt (Abb. 19). Gelegentlich findet man eine Totalverschattung eines Hemithorax mit konsekutiver Verlagerung des Mediastinums zur Gegenseite (Abb. 20).

Umschriebene rundliche, manchmal im Verlauf „wandernde“ Verdichtungen können auf abgekapselte Ergüsse im Lappenspalt hindeuten. Grundsätzlich ist bei klinisch und laborchemisch auffälligen Entzündungsparametern auch an ein Empyem zu denken, was zumindest eine Drainage erfordert.

Ein Sonderfall sind klinisch instabile COPD-Patienten. Bei ihnen sollte man die Ergussmenge unbedingt sonografisch kontrollieren, da sich hinter einer relativ geringen basalen Verdichtung im Röntgenbild mehr als 2 l Erguss verbergen können (Abb. 21).

Sonografie. Sonografisch sind bereits Pleuraergüsse von unter 10 ml Volumen nachweisbar. Eine sonografische Bestimmung der Ergussmenge ist schnell und relativ unkompliziert möglich. Dazu bestimmt man die kraniokaudale Höhe des Ergusses beim zumindest halb-sitzenden Patienten in der hinteren Axillarlinie (H). Anschließend ermittelt man weiter kaudal den minimalen Abstand der im Erguss flottierenden und meist dystelektatischen basalen Lungenspitze zum Zwerchfell (D) (Abb. 22). Nun addiert man die beiden Abstände (gemessen in Zentimetern) und multipliziert die Summe mit dem Faktor 70. Das Ergebnis ist die geschätzte Ergussmenge in Millilitern [16]. Diese Berechnung von Goecke et al. ist die gebräuchlichste Methode zur Schätzung der Ergussmenge, überschätzt aber kleinere Ergüsse. Relevant sind dagegen Ergüsse von über 500 ml, die mit dieser Formel sonografisch ausreichend genau erkannt und quantifiziert werden können [17, 18].

Nach thorakalen oder abdominalen Operationen bildet sich oft ein begleitender Pleuraerguss, der lediglich sonografisch erkannt und im Verlauf kontrolliert werden muss [12]. Wenn man bei Patienten nach Thoraxtrauma oder thorakalen Gefäßoperationen Befunde erhebt, die den Verdacht auf einen Erguss nahelegen und die

rasch progredient sind, muss man einen Hämatothorax ausschließen.

Wenn die Ergussmenge bei liegender Pleurasaugdrainage ohne signifikante Förderung unverändert bleibt oder sogar wieder zunimmt, muss man an eine Einblutung mit Septierungen denken und dies sonografisch abklären.

CT. In kritischen Fällen und postoperativ kann man Pleuradrainagen zur Therapie eines abgekapselten Ergusses, eines lokalisierten Pneumothorax' oder eines Restempyems auch CT-gesteuert legen. Zur minimal invasiven Applikation verwendet man z. B. 14F-Drainagen aus Silikon (Abb. 18).

Lunge

Parenchymverdichtungen, Transparenzminderungen

Atelektasen. Dystelektasen und Atelektasen sind bei intensivpflichtigen Patienten in Rückenlage eher die Regel als die Ausnahme. Man findet sie insbesondere in den abhängigen Lungenabschnitten und links mehr als rechts. Patienten mit vorbestehenden Lungenerkrankungen und/oder Herzvergrößerung sind häufiger betroffen. Persistierende Atelektasen bergen die Gefahr einer Pneumonie. Beide Unterlappen – besonders die beiden 10er- und 9er-Segmente – sind am häufigsten betroffen, insbesondere retrokardial. Bei Intensivpatienten – v. a. unter Beatmung – ist der Übergang zwischen intrabronchialer Sekretretention und beginnender Bronchopneumonie röntgenologisch fließend. Nicht selten haben sich Schleimpfropfe gebildet, die bronchoskopisch entfernt werden sollten. Darauf hinweisen kann im Röntgenbild der Abbruch eines Bronchus im Pneumobronchogramm, nicht selten zusammen mit einer relativen „Schrumpfung“ des betroffenen Lungenlappens oder des gesamten Hemithorax' mit typischer Verziehung des Lappenspalts oder sogar auch des Mediastinums zur Atelektase hin (Abb. 23).

Die Unterscheidung eines ausgedehnten Pleuraergusses von begleitenden Kompressionsatelektasen kann schwierig sein. Auch pneumonische Infiltrate können im Verdichtungsbereich „untergehen“. Dann ist der Raumforderungseffekt eines Ergusses im Gegensatz zum Volumenverlust bei Atelektase oft wegweisend. Sonografisch ist eine schnelle und sichere Unterscheidung des echofreien Ergusses von einer echodichten Atelektase kein Problem.

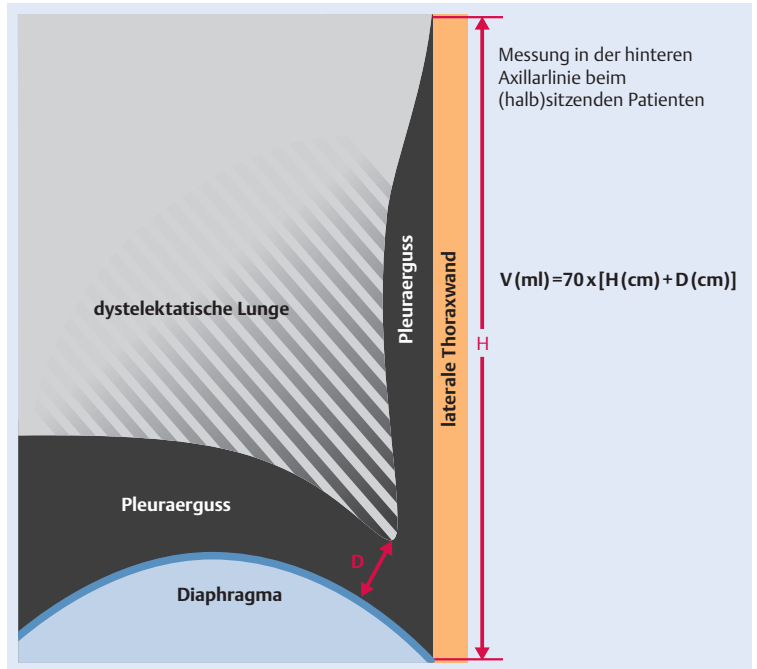


Abb. 22 Sonografische Abschätzung der Ergussmenge eines Pleuraergusses.

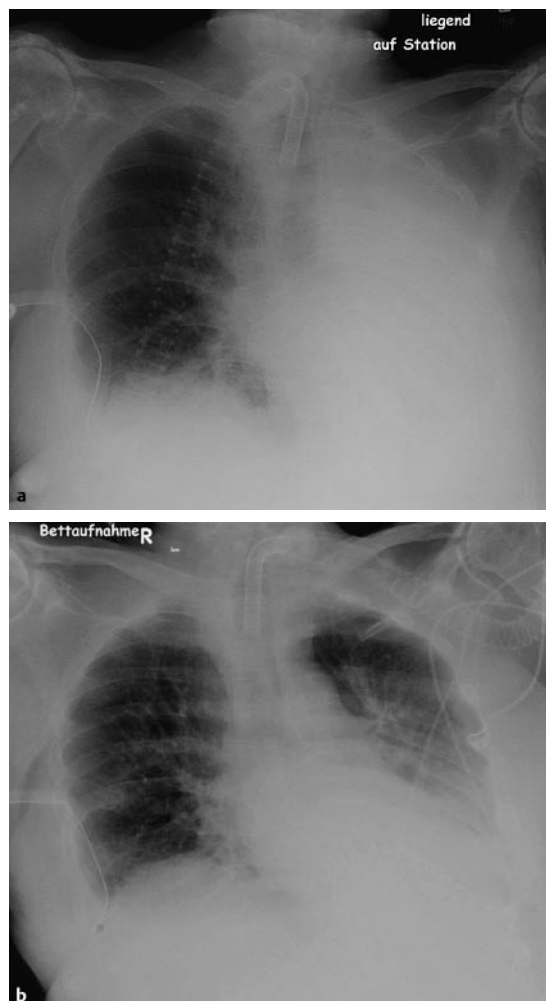


Abb. 23 Langzeit-beatmeter COPD-Patient. **a** Totalverschattung des linken Hemithorax. **b** Nach bronchoskopischer Säuberung des linken Bronchialsystems wieder bessere Belüftung im linken Ober- und Mittelfeld.

Abb. 24 Beidseitige Bronchopneumonie. Beidseits ausgedehnte, teils grobfleckige Infiltrate.

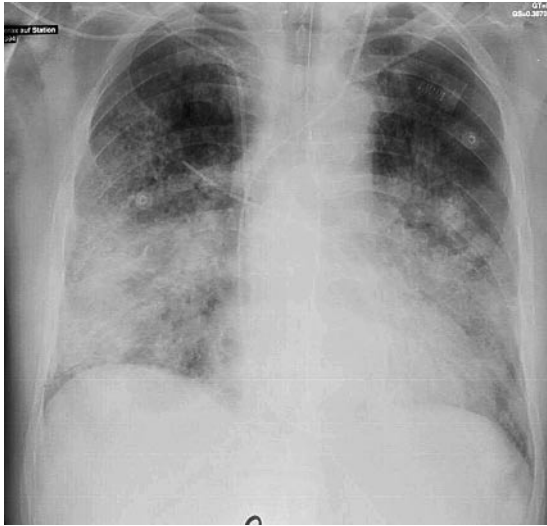


Abb. 25 Infiltrate in beiden Unterfeldern nach Aspiration, rechts typischerweise ausgeprägter als links.

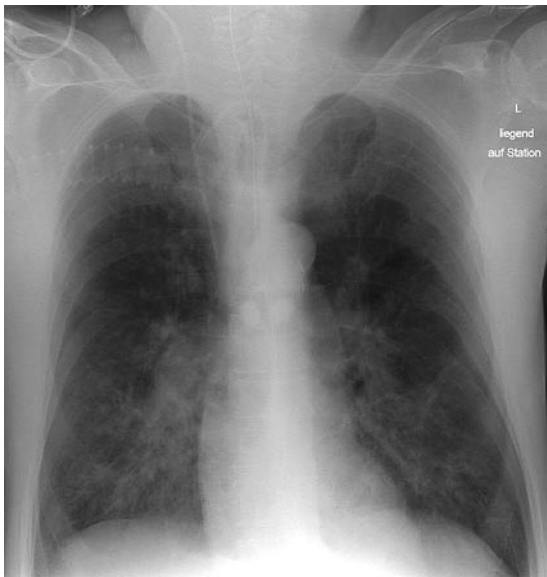


Abb. 26 Segmentales Infiltrat im rechten Oberfeld, typisch für eine Lobärpneumonie im rechten Oberlappen.

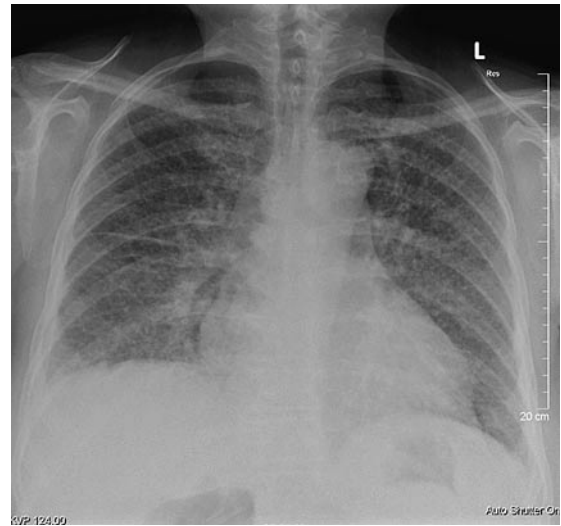
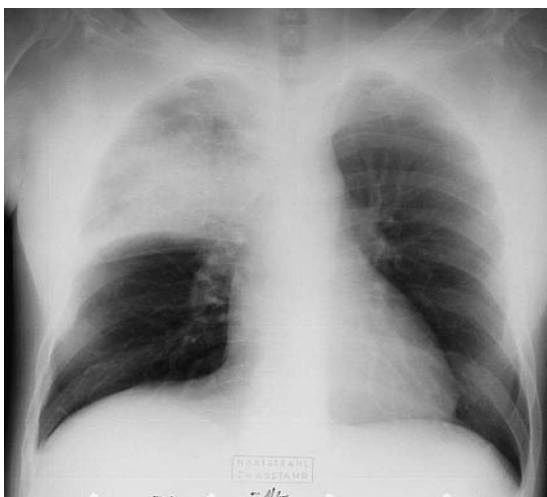


Abb. 27 Interstitielle Pneumonie. Disseminierte feinretikuläre Zeichnungsvermehrung beidseits.

Pneumonie. Die Unterscheidung einer Atelektase von einer Pneumonie kann röntgenologisch unmöglich sein. Gerade bei Intensivpatienten sollte man die Diagnose „Pneumonie“ immer nur unter Würdigung der klinischen Parameter stellen. Die verbreitete Annahme, dass ein positives „Pneumobronchogramm“ bereits die Pneumonie beweise, ist falsch. Dieser Befund kommt auch bei Atelektasen vor, allerdings deutlich seltener.

Ein positives Pneumobronchogramm kommt bei Pneumonien wesentlich häufiger vor als bei Atelektasen.

Grobfleckige neu aufgetretene oder progrediente pulmonale Infiltrate sprechen am ehesten für pneumonische Veränderungen, insbesondere bei auffälligen Entzündungsparametern (Abb. 24). Gibt es keine klinischen Anzeichen einer Entzündung, sollte man zunächst eine Aspiration ausschließen. Morphologisch unterscheidet man segmentale und lobäre Infiltrate von inhomogen fleckförmigen, teils konfluierenden bronchopneumonischen Verschattungen (Abb. 25 und 26).

Eine eher milchglasartig durchscheinende, netzartige lokale oder disseminierte Verdichtung ist eher suspekt auf eine interstitielle Pneumonie – auch virale Pneumonien zeigen häufiger dieses röntgenologische Bild (Abb. 27). Im Zweifelsfall stellt man die Indikation zur thorakalen CT.

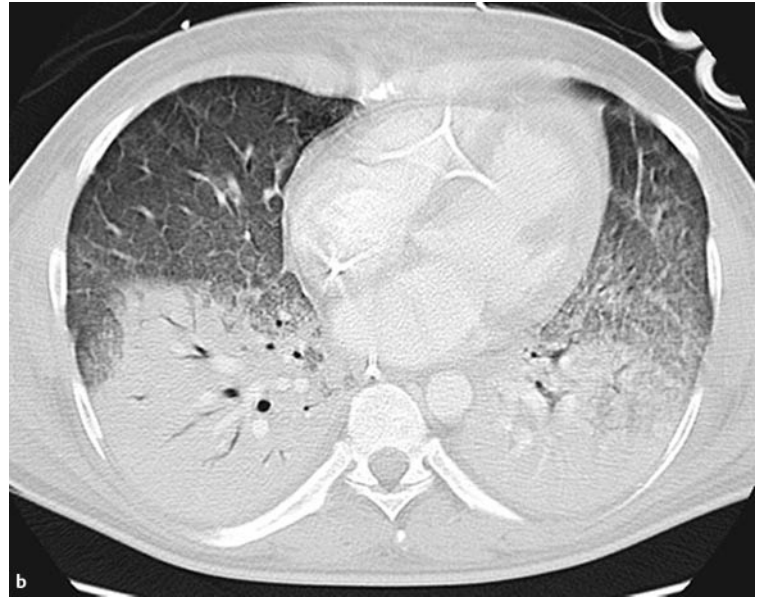
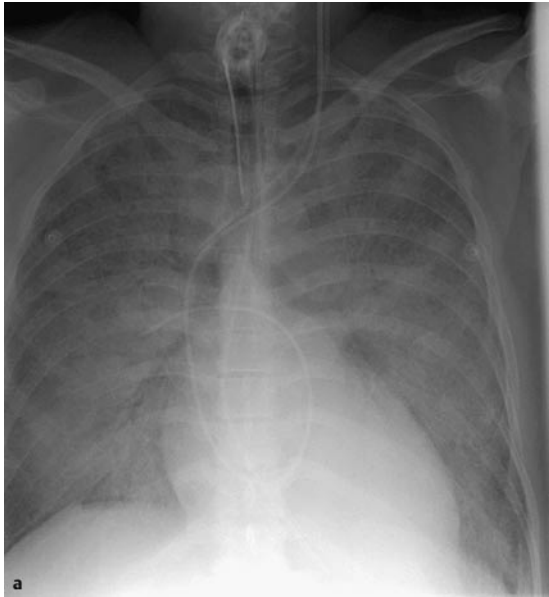


Abb. 28 ARDS/ALI im Rahmen einer Malaria tertiana. **a** Röntgenaufnahme mit Vollbild eines ARDS/ALI, alle 4 Quadranten flächig infiltriert. Regelrechte Lage von ZVK und Pulmonalkatheter. **b** Das CT im Lungenparenchymfenster zeigt die abhängigen Partien massiv verdichtet mit zentralem Pneumobronchogramm.

ARDS/ALI. Wenn man bei einem klinisch instabilen Patienten mit akuter Ateminsuffizienz und diffuser beidseitiger Lungenverschattung im Röntgenbild keinen Hinweis auf einen Erguss oder eine kardiale Dekompensation findet, ist ein ARDS/ALI sehr wahrscheinlich. Der Begriff „diffus“ bezeichnet in diesem Zusammenhang eine Ausbreitung über mehr als 80% der radiologischen Lungenfläche (Abb. 28).

In der Thoraxröntgenaufnahme unterscheidet man 3 Stadien des ARDS/ALI:

- Stadium I: exsudative oder Frühphase (erste 24 h). Interstitielles Ödem mit Bronchial- und Gefäßwandverdickung, Hili unscharf verdichtet,
- Stadium II: Intermediärphase (2.–7. Tag). Zunächst alveoläres Ödem, diffus oder fleckig konfluierend und verdichtet mit positivem Pneumobronchogramm. Anschließend Fortschreiten der Verdichtungen auf alle Lungenbezirke, Herz und Zwerchfell schlecht bis gar nicht abgrenzbar (maximale Ausprägung: „weiße Lunge“). Danach wieder Auflockerung der flächigen Infiltrate, retikuläre Strukturverdichtung möglich,
- Stadium III: Proliferations- oder Spätphase (> 7 Tage). Buntes Bild mit groben retikulären und flächigen Verdichtungen, bullöse Überblähung, evtl. Pneumothorax (Abb. 29).

Zur Standardbefundung von Röntgenaufnahmen bei ARDS/ALI gibt es verschiedene Scores, von denen allerdings nur der einfachste routinemäßig eingesetzt wird.

Er stützt sich auf die Anzahl der verdichteten Quadranten („lung injury score“) [19].

Die CT stellt im Vergleich zur Röntgenaufnahme die Veränderungen des Lungenparenchyms bei ARDS/ALI wesentlich besser dar. Inhomogenitäten, die Verteilung und die verschiedenen Erscheinungsformen sowie der Verlauf der Parenchymverdichtungen werden differenzierter dargestellt.

Eine PEEP-Beatmung kann die funktionelle Restkapazität durch die Wiedereröffnung von Mikro- und Makroatektasen verbessern („alveolar recruitment“).



Abb. 29 ARDS/ALI im Stadium III. Multiple Pneumothoraces, insgesamt 6 Bülau-Drainagen, Trachealkanüle, ZVK regelrecht.

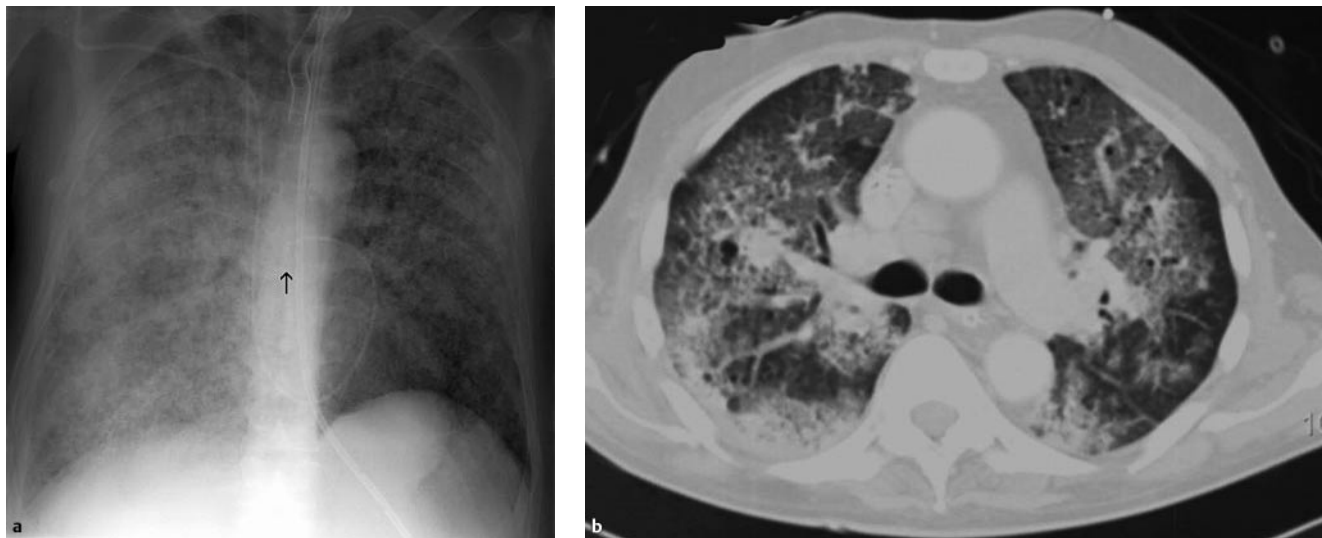
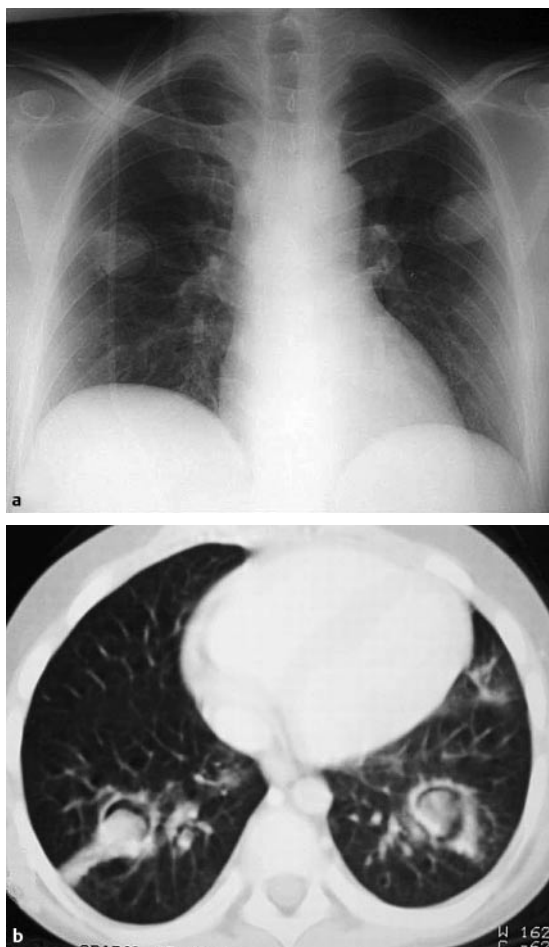


Abb. 30 ARDS/ALI mit Beteiligung aller 4 Quadranten. **a** In der Röntgenaufnahme erkennt man insbesondere rechts Infiltrate. Nicht ganz optimale Lage der Spitze des Pulmonalkatheters (Pfeil). **b** Das CT zeigt beidseits milchglasartige Infiltrate.

Abb. 31 Jugendlicher Patient nach Chemotherapie wegen malignem Lymphom. **a** Charakteristischer Röntgenbefund mit je einem Aspergillom rechts und links. Die typische Luftsichel um die zentralen Myzelknoten ist auf der Liegendaufnahme gut zu erkennen. Hickman-Katheter in regelrechter Lage. **b** Korrespondierende CT-Schicht. Belüftungsstörungen distal der Aspergillome.



Gleichzeitig fließt das alveoläre Ödem in das Interstitium ab, sodass auch der Gasaustausch verbessert wird. Im CT gut abgrenzbare mitteldichte Milchglastrübungen gelten als typisches Korrelat eines „alveolar recruitment“ unter PEEP-Ventilation. Die im CT deutlich unterschiedliche Ausprägung und Verteilung von Milchglastrübungen und Parenchymverdichtungen gilt als Erklärung dafür, dass es unter PEEP-Ventilation gut behandelbare und nur gering bzw. nicht ansprechende Patienten gibt (Abb. 30).

Multiple herd- oder sogar ringförmige Verdichtungen lenken den Verdacht eher auf eine septische Streuung. Bei immunsupprimierten Patienten muss man auch an eine Pilzpneumonie denken (Abb. 31).

Lungenabszess. Zentrale „Aufhellungen“ innerhalb größenkonstanter pneumonischer Infiltrate müssen insbesondere bei kritisch kranken Patienten immer an einen Lungenabszess denken lassen. Zur Abklärung sollte ein Thorax-CT durchgeführt werden (Abb. 32).

Lungenkontusion. Treten bei Patienten mit Thoraxtrauma umschriebene pulmonale Infiltrate auf, sollte man abklären, ob möglicherweise eine Lungenkontusion vorliegt. Dies gilt besonders bei Rippenfrakturen und/oder ipsilateralem Pneumothorax. Auch ein lokalisiertes pleurales Hämatom ist möglich. Eine weitergehende Differenzierung gelingt fast immer sonografisch, falls keine ausreichende Traumadiagnostik in der Notfallaufnahme stattgefunden hat (Abb. 33).

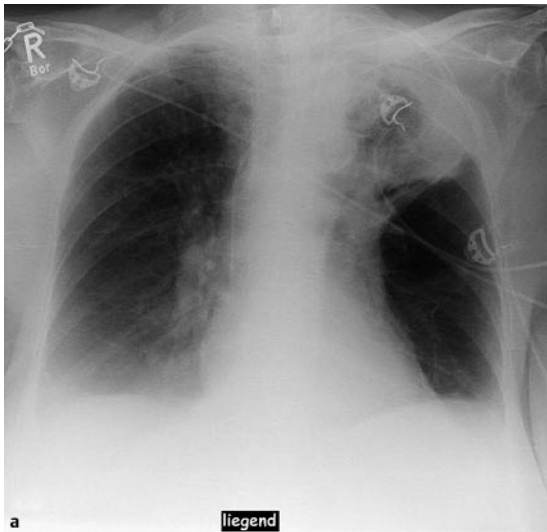


Abb. 32 Abszedierende Pneumonie im linken Oberlappen. **a** Röntgenbefund wie bei lobärem pneumonischem Infiltrat links apikal. Die zentrale Transparenzerhöhung spricht für eine Einschmelzung oder Höhlenbildung. **b** CT-Schicht in Höhe des Abszesses. Abszesshöhle mit Spiegelbildung.

Sind bei neu aufgenommenen Patienten mit mehr oder weniger ausgeprägter Ateminsuffizienz ohne bekannte Lungenparenchymerkrankung oder kardiale Symptomatik röntgenologisch diffuse, milchglasartige „Schleier“ über beiden Lungen nachweisbar, sollte man anamnestisch nach einer entsprechenden Allergie fragen. Denn eine naheliegende Erklärung eines solchen Befundes ist eine exogen-allergische Alveolitis mit resultierendem toxischem Lungenödem. Zur Diagnosesicherung können in Zweifelsfällen selektive, hochauflösende CT-Schichten mit charakteristischem Befundmuster angefertigt werden (Abb. 34).

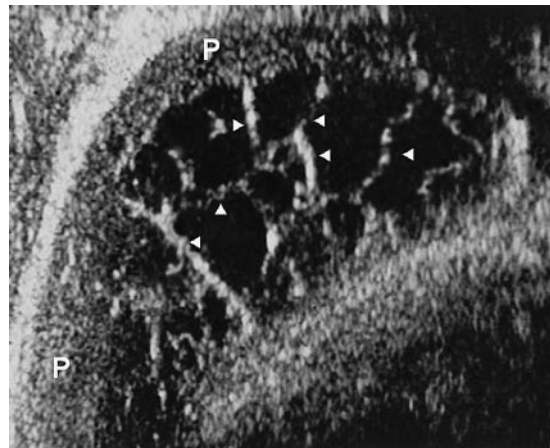


Abb. 33 Sonografie bei Hämatothorax. Eine deutliche verdickte Pleura (P) und multiple Septierungen (Pfeilspitzen) sind typisch für ein nicht mehr ganz frisches pleurales Hämatom.



Abb. 34 Ausgeprägte exogen-allergische Alveolitis. Ateminsuffizienz nach Zementstaub-inhalation auf der Baustelle. Typischer hochauflösender CT-Befund mit flauen, disseminierten, alveolitischen Infiltraten.

Lungenarterienembolie

Westermark-Zeichen. Die röntgenologischen Begleitbefunde bei Lungenarterienembolien sind meist relativ unspezifisch (Abb. 35) [20–22]. Wegweisend, aber selten ist das „Westermark-Zeichen“, eine Transparenzerhöhung bedingt durch Minderperfusion distal einer thrombosierten Pulmonalarterie, sichtbar im Seitenvergleich beider Lungen im Röntgenbild (Abb. 36).

Keilförmige Verschattung. Annähernd keilförmige Verschattungen mit kleinem Erguss deuten auf einen Lungeninfarkt hin. Auch ein Zwerchfellanstieg auf der betroffenen Seite ist möglich. Auf ein korrelierendes klinisches „Ereignis“ z. B. mit Thoraxschmerz, Dyspnoe, Sättigungsabfall sollte geachtet werden.

Angio-CT. Bei ausreichender klinischer Wahrscheinlichkeit für eine Lungenarterienembolie, positiven D-Dimeren und Zeichen der Rechtsherzbelastung in der Echokardiografie ist die Angio-CT der Pulmonalarterien die Methode der Wahl zur Sicherung der Diagnose (Abb. 37 und 38) [23].

Szintigrafie. Die Perfusions- oder kombinierte Perfusions-/Ventilations-Szintigrafie setzt man nur noch in Ausnahmefällen ein – nämlich wenn die Gabe jodhaltiger Kontrastmittel definitiv kontraindiziert ist (z. B. manifeste Hyperthyreose, schwere Kontrastmittelunverträglichkeit).

Oft jedoch korreliert das Ausmaß der embolischen Pulmonalarterienverlegung im CT nicht mit der Schwere der Symptomatik.

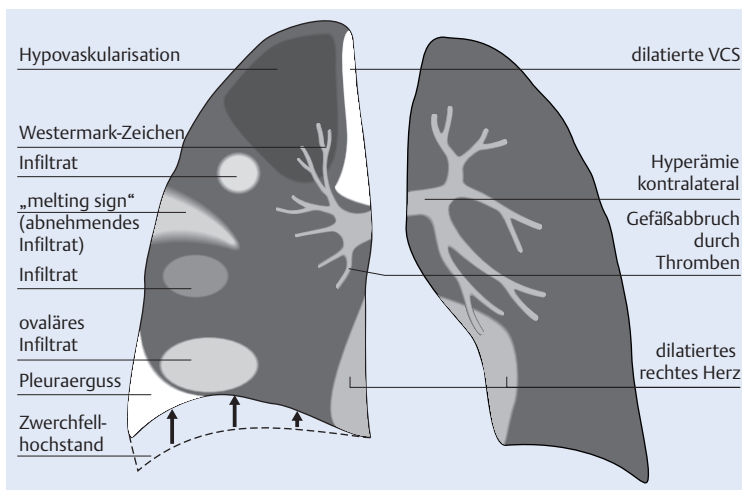


Abb. 35 Synopis: Zeichen und Befunde bei Lungenarterienembolie im Röntgenbild.

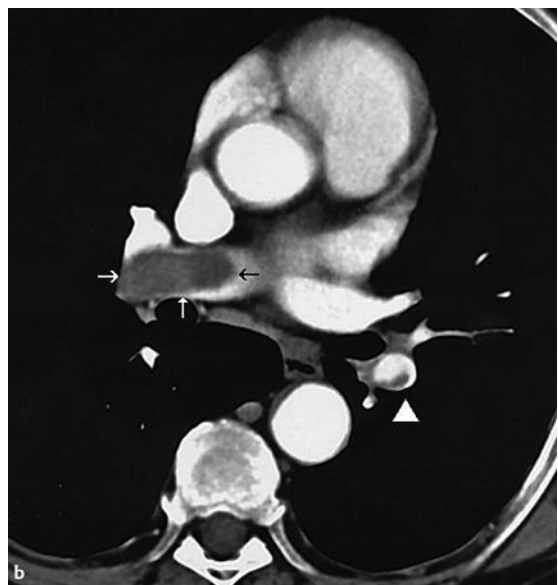
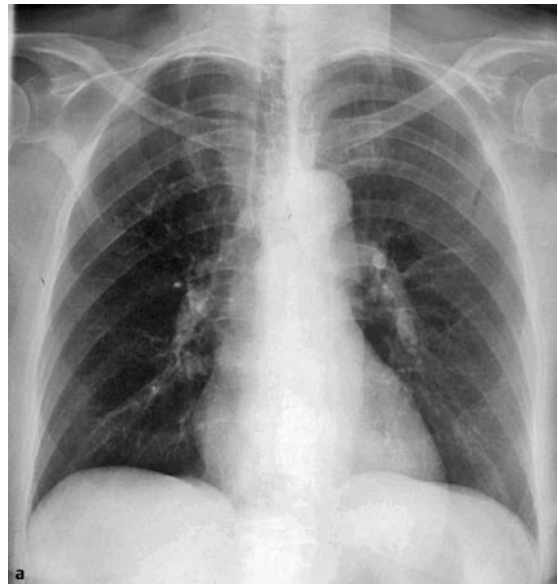


Abb. 36 Lungenarterienembolie. **a** Charakteristischer, aber seltener Röntgenbefund mit hypertransparenter rechter Lunge, angedeutet Hilusamputation rechts, kompensatorische Mehrperfusion links. **b** Korrespondierende Angio-CT-Schicht durch die rechte Pulmonalarterie mit lumenausfüllendem Thrombus (Pfeile). Kleiner Thrombus auch in der linken Unterlappenarterie (Pfeilspitze).

Aortenruptur und -dissektion

Röntgenaufnahme. Ein rupturiertes thorakales Aortenaneurysma ist ein sehr seltenes Ereignis und kann konventionell röntgenologisch nur indirekt anhand der blutungsbedingten Raumforderung des linken Mediastinums diagnostiziert werden. Oft ist ein pleurales Hämatom die Ursache eines „apikal cap sign“ in der linken Lungenspitze.

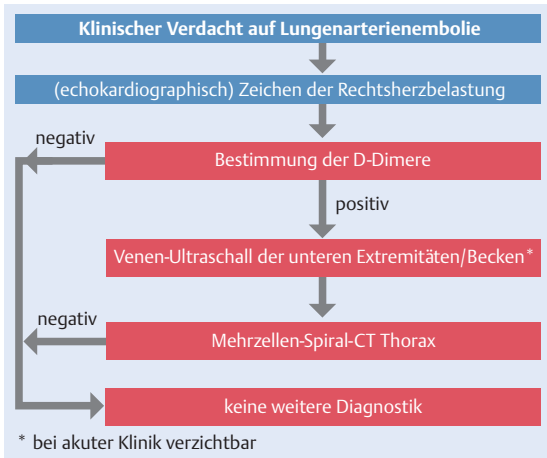


Abb. 37 Empfohlenes Vorgehen bei Verdacht auf Lungenarterienembolie.

Angio-CT. Bei klinischem Verdacht auf eine Aortendissektion oder eine Aortenruptur ist ein Notfall-Angio-CT von Thorax und Abdomen zur Erfassung der gesamten Aorta notwendig (Abb. 39) [23].

TEE. Eine transösophageale Echokardiografie kann alternativ eingesetzt werden, liefert aber keine ausreichende Sicherheit beim Ausschluss einer Aortenverletzung.

Thoraxtrauma

Ein „Nachdiagnostizieren“ relevanter thorakaler Verletzungen nach einem Trauma erst nach dem Transport des Patienten auf die Intensivstation ist unbedingt zu vermeiden. Daher ist ein Thorax-CT im Rahmen der Notfalldiagnostik sinnvoll [24,25].

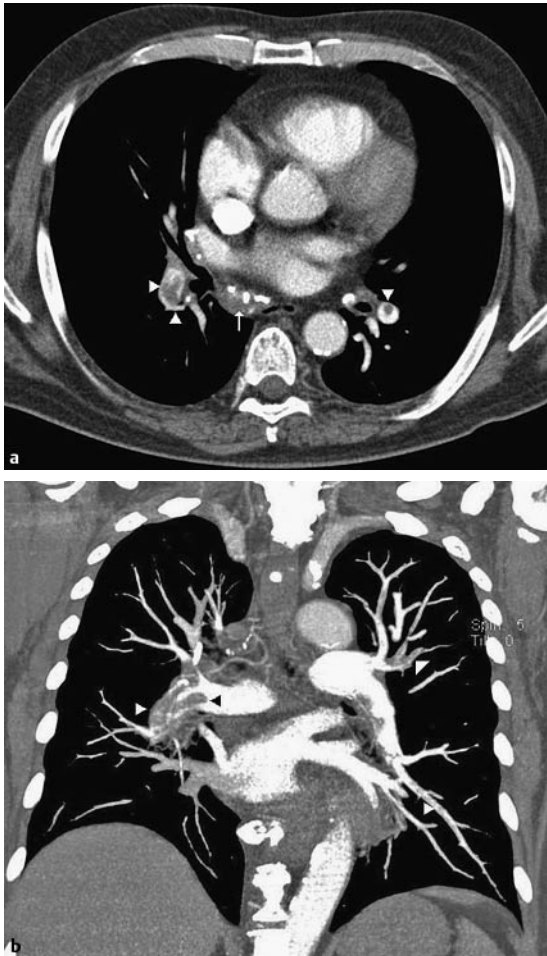


Abb. 38 Typisches Angio-CT bei Lungenarterienembolie. Transversale (a) und koronare (b) CT-Aufnahmen mit optimaler Kontrastierung der Pulmonalarterien. Kontrastmittelaussparungen als Korrelat der beidseitigen Thromben (Pfeilspitzen). Rechts paraösophageal verkalkter Lymphknoten (Pfeil).

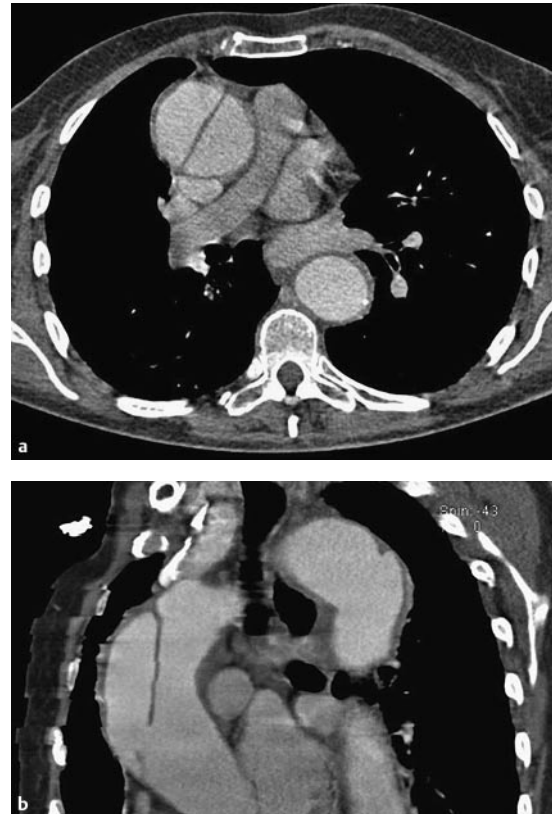


Abb. 39 Aortendissektion. a CT-Schnitt der aneurysmatisch erweiterten Aorta ascendens mit gut abgrenzbarem Intimasegel. b Kraniokaudale Ausdehnung des Intimasegels in der schrägen sagittalen Rekonstruktion.

Rippenfrakturen. Frakturen des Thoraxskeletts sind aufnahmetechnisch bedingt oft schlecht zu erkennen. Bei Frakturen der kaudalen Rippen sind wiederholte Sonografien von Leber bzw. Milz notwendig, um eine (verzögerte) Organverletzung auszuschließen. Bei Rippenserienfrakturen – insbesondere bei Dislokation der Frakturenden – ist die Gefahr eines Pneu- und/oder Hämatothorax' erhöht, worauf in den Kontrollaufnahmen geachtet werden muss.

Klavikulafraktur. Bei Klavikulafrakturen mit Dislokation sollte eine Verletzung der subklavikulären Gefäße ausgeschlossen werden.

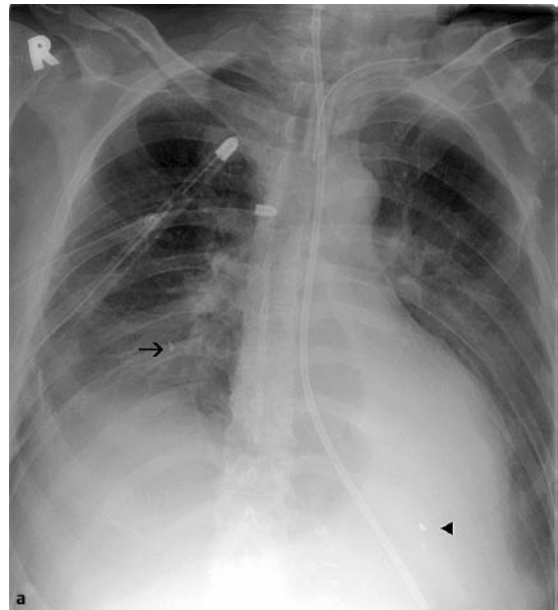
Wirbelfrakturen. Bei Wirbelfrakturen der kaudalen zervikalen und thorakalen Wirbelsäule kann ein paravertebrales Hämatom zu Organverlagerungen und Auffälligkeiten im Thoraxröntgenbild führen [25].

Fremdkörper. Gezielt muss man auch auf röntgendichte Fremdkörper achten, die im Rahmen des Traumas oder der Notfallversorgung verschluckt oder aspirierte wurden (Abb. 40).

Postoperativer Thorax

Insbesondere die radiologische postoperative Verlaufskontrolle ist nur mit Kenntnis aller relevanten klinischen Informationen sinnvoll. Postoperative Röntgenaufnahmen können je nach operativem Vorgehen Bild-

Abb. 40 Polytrauma. Thoraxkontusion rechts mit Rippenserienfraktur und Pneumo-Hämatothorax, 2 Bülau-Drainagen rechts. Gesichtsschädelverletzung, Tracheotomie nach frustranter Intubation bei der Erstversorgung. **a** Die Röntgenaufnahme zeigt beidseits ein unscharfes Zwerchfell bei auslaufenden Ergüssen. Trachealkanüle und Magensonde in typischer Lage. Links subdiaphragmal in Projektion auf den Magen kleine röntgendichte Strukturen (Pfeilspitze). Weitere kleine Verdichtung in Projektion auf das rechte Lungenunterfeld (Pfeil). **b** Die Ausschnittsvergrößerung des digitalen Röntgenbildes bestätigt eine kleine, röntgendichte Struktur. **c** CT. Bestätigung eines intrabronchialen, metallischen Zahnkronenfragments im rechten Unterlappen (Pfeil), weitere metallische Fragmente im Magen nach Zahnfraktur im Rahmen des Traumas. Beidseits dorsal Hämatom/Erguss mit angrenzenden Kompressionsatelektasen. ▶



befunde aufweisen, die normalerweise als pathologisch gelten, in diesem Fall aber „normal“ sind und im Verlauf in der Rückbildung beurteilt werden müssen. Hierbei können folgende Befunde im Thoraxbild als normal angesehen werden:

- geringe Volumenbelastung,
- kleine Pleuraergüsse,
- Belüftungsstörungen,
- evtl. Herzvergrößerung durch Perikarderguss,
- Restpneumothorax,
- Weichteil- und Mediastinalemphysem.

Dennoch muss auch eine postoperative Komplikation wie z. B. eine Blutung erkannt werden (Abb. 41).

Dabei kommt der Sonografie als schnell verfügbarem, vielseitigem Verfahren eine zunehmende Bedeutung zu. Auch die postoperativ oft eingebrachten verschiedenen Fremdkörper (z. B. Clips, Zerklagen, Herzklappen, Stents, Prothesen) und Überwachungsinstrumente (z. B. Katheter, Drainagen, Sonden, Elektroden) muss man analysieren und bewerten (Abb. 5 und 29).

Pädiatrischer Thorax

Der Einsatz und die Beurteilung bildgebender Verfahren beim Neu- bzw. Frühgeborenen unterliegen besonderen Bedingungen und soll an dieser Stelle nicht behandelt werden.

Besonderheiten bei Kindern. Auch bei älteren Kindern unterscheidet sich die Darstellung vieler thorakaler Erkrankungen von derjenigen im Erwachsenenalter. Die profunde Kenntnis altersabhängiger kindlicher Normalbefunde und pathologischer Veränderungen im Röntgenbild und in der Sonografie sowie eine enge Zusammenarbeit zwischen Radiologe und Pädiater ist Voraussetzung für eine suffiziente Diagnosestellung. So ist z. B. der normale Thymus bis zum 5. Lebensjahr relativ groß und führt zu einem breiten oberen Mediastinum ohne Kompression oder Verlagerung mediastinaler Strukturen.

Verfahrenswahl. Grundsätzlich ist jede mögliche Diagnostik ohne den Einsatz ionisierender Strahlung zu bevorzugen bzw. der Einsatz von Röntgenstrahlen besonders streng zu indizieren. Die Kontrolle von Sonden, Kathetern oder Drainagen sollte man möglichst sonografisch und/oder auskultatorisch durchführen. Insbesondere die regelrechte Lage eines zentralen Venenkatheters sollte immer sonografisch verifiziert und durch Blutgasanalyse bestätigt werden (Abb. 42).

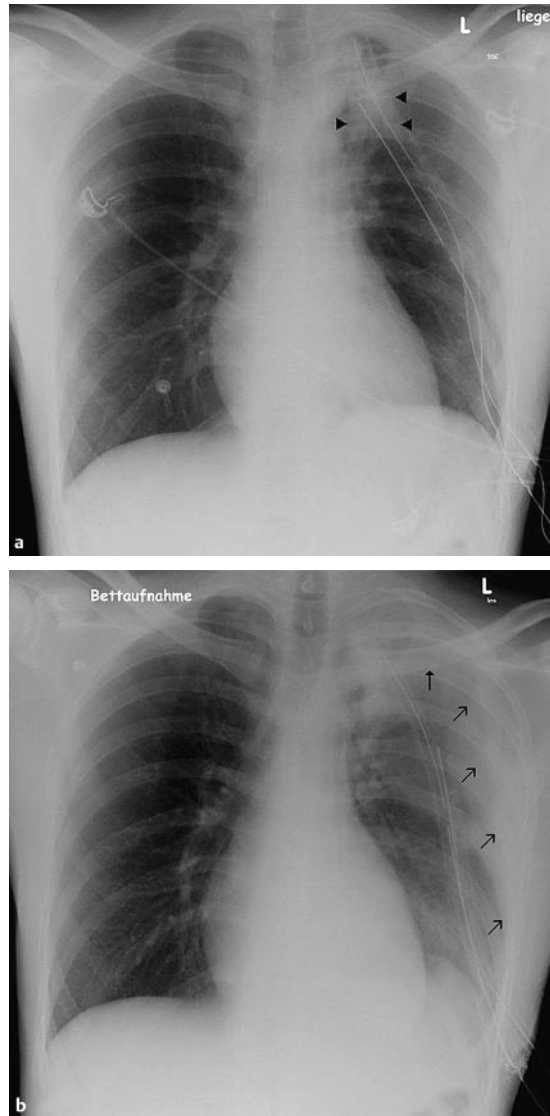


Abb. 41 Zustand nach Keilresektion des linken Oberlappens. **a** Postoperative Liegende Aufnahme des Thorax' mit 2 Büllau-Drainagen links, Transparenzminderung als Residuum im linken Oberfeld (Pfeilspitze). **b** Die Kontrollaufnahme aufgrund links-thorakaler Schmerzen zeigt eine peripher betonte Transparenzminderung im Mittel- und Oberfeld als Korrelat einer ausgedehnten pleuralen Blutung mit Parenchymkompression (Pfeile).

Fremdkörperaspiration. Zu den häufigsten Ursachen für eine respiratorische Problematik gehört die Fremdkörperaspiration. Am häufigsten sind Kinder zwischen 6 Monaten und 3 Jahren betroffen (Abb. 43).

Die flexible Bronchoskopie ist bei entsprechender Anamnese das Verfahren der Wahl. Nur bei fraglicher, länger zurückliegender Aspiration erkennt man einen röntgendichten Fremdkörper oder bei nicht röntgendichten Fremdkörpern eine Atemwegsobstruktion – am besten in Expiration. In ca. 80% der Fälle wird eine Überblähung des betroffenen Lungenabschnitts sichtbar, ca. 20% der Patienten weisen eine Atelektase auf. Nach mehr als 3 Tagen nach der Fremdkörperaspiration kann sich eine nicht selten therapieresistente Pneumonie ausbilden.

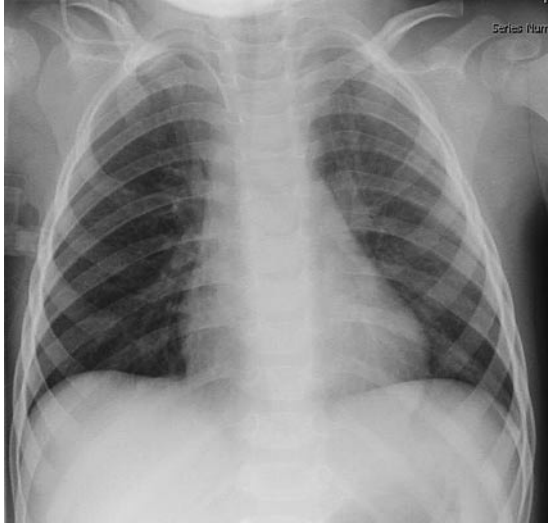


Abb. 42 Anlage eines ZVK zur intravenösen Antibiose bei einem 2-jährigen Kind mit Osteomyelitis. Die Röntgenaufnahme zeigt einen ZVK von rechts subklavikulär mit regelrechtem Verlauf bis zur V. brachiocephalica rechts. Keine sonografische Kontrolle. Gesicherte intraarterielle Fehllage nach neurologischer Auffälligkeit, multiple Hirninfarkte durch Thrombembolien.



Abb. 43 6-jähriger Junge nach Aspiration einer Erdnuss, vermutlich ca. 5 Tage vor Anfertigung der Röntgenaufnahme. Flaves retrosternales Infiltrat im rechten posterioren Unterlappen als Reaktion auf den nicht röntgendichten Fremdkörper. Leichte kompensatorische Überblähung der linken Lunge.

Kernaussagen

Bettseitig verfügbare Röntgenaufnahmen in digitaler Technik und die Sonografie sind die Untersuchungsmethoden der Wahl für die Thoraxdiagnostik bei Intensivpatienten. Auch für Notfallpatienten und auf der Intensivstation gelten die strengen Vorschriften des Strahlenschutzes. Die sofortige Ausführbarkeit radiologischer Anforderungen und direkte Befundübermittlung sind Voraussetzung für eine suffiziente Intensivdiagnostik. Vor einem Transport des Intensivpatienten in das CT sollten bettseitig verfügbare und dosissparende Untersuchungsverfahren erwogen worden sein (Tab. 1).

Ein tägliches radiologisches Konsil erleichtert diese Entscheidung, verbessert das Erkennen von Komplikationen und beschleunigt das therapeutische Handeln. Routineröntgenaufnahmen des Thorax sind heute obsolet, abgelöst durch eine differenzierte Bildgebungsstrategie unter Berücksichtigung der Klinik des Patienten. Bei klinischer Verschlechterung und bei Neueinbringung bzw. Änderung von Instrumenten ist dagegen eine sofortige Röntgenkontrollaufnahme indiziert. Eine adäquate Aufnahmeposition des Patienten in optimaler Inspiration verbessert die Beurteilbarkeit der Aufnahme. Bei

Schwangeren, Kindern und Jugendlichen sollten Röntgenuntersuchungen vermieden werden zugunsten der Sonografie. Sonden, Katheter und Drainagen sollten bei der Lagekontrolle im gesamten thorakalen Verlauf abgebildet sein. ZVK liegen optimal mit der Spitze in Projektion auf den paravertebralen Bereich rechts zwischen den Ansätzen der 6.–8. Rippe. Im Zweifelsfall ist eine Blutgasanalyse aus dem ZVK vorzunehmen. Insbesondere bei Kleinkindern ist die sonografische Kontrolle der regelrechten Katheterlage obligat.

Pleuraergüsse, Perikardergüsse und Pneumothoraces lassen sich mit Röntgenaufnahmen und Sonografie in der Regel nachweisen und im Ausmaß bestimmen. Röntgenologisch ist in der Liegendeaufnahme ein frei auslaufender Erguss ab ca. 200 ml als flave Verschattung zu erkennen, die Sonografie weist bereits wenige Milliliter Pleuraerguss nach. Eine CT ist hierbei nur indiziert, wenn bildgesteuert eine Drainage eingebracht werden soll.

Pulmonale Verdichtungen im Röntgenbild im Sinne von Pneumonien und Atelektasen sind durch Pneumobronchogramme von Ergüssen zu unterscheiden. Fehlt die-

ses Zeichens, kann die genaue Diagnose erschwert sein – dann hilft die Sonografie weiter. Beim Verdacht auf pneumonische Komplikationen wie Abszessbildung oder Empyem ist eine diagnostische Sicherung mit CT indiziert. Klinisch instabile und ateminsuffiziente Patienten mit flächigen Verschattungen, die milchglasähnlich mehr als 80% der röntgenologischen Lungenfläche betreffen, haben mit hoher Wahrscheinlichkeit ein ARDS/ALI. Auch hierbei kann die CT differenzialdiagnostisch und therapeutisch wertvolle Informationen liefern.

Bei klinisch hoher Wahrscheinlichkeit auf eine Lungenarterienembolie, positiven D-Dimeren und Zeichen der Rechtsherzbelastung ist die Angio-CT die Methode der Wahl. Ein negativer D-Dimer-Wert schließt dagegen eine Lungenarterienembolie praktisch aus. Die Beurteilung postoperativer Röntgenaufnahmen des Thorax erfordert genaue Informationen zum klinischen Patientenstatus und zu den vorgenommenen Eingriffen, da als pathologisch einzustufende Veränderungen in der postoperativen Phase normal sein können.

Infektionen des Respirationstrakts. Respiratorische Infekte sind bei Kindern sehr häufig. Vor dem 6. Lebensjahr werden diese überwiegend von Viren ausgelöst, nur in unter 5% von Bakterien. Es kommt zu wandernden Subsegmentatektasen durch Broncholitiden, die man nicht als bakteriell bedingte Infiltrate fehlinterpretieren darf. Erst im Schulalter werden z. B. ca. 30% aller pulmonalen Infektionen von Mykoplasmen hervorgerufen.

Zu den Komplikationen respiratorischer Infektionen gehören der Pleuraerguss, die Empyembildung, pulmonale Abszesse und der Pneumothorax. Zur Diagnose dieser Komplikationen sollte man zunächst die Sonografie einsetzen, erst im weiteren Verlauf und bei Therapieresistenz eine Thoraxröntgenaufnahme (Abb. 20). Der Einsatz der CT sollte aus Strahlenschutzgründen bei Kindern die absolute Ausnahme bleiben.

Über die Autoren

Roland C. Bittner



Dr. med. Jahrgang 1956. 1981 – 1987 Studium der Humanmedizin an der Freien Universität Berlin. 1987 – 1993 Facharztausbildung als Radiologe am Universitätsklinikum Charlothenburg und an der Charité – Campus Virchow-Klinikum in Berlin. 1993 – 2004 Oberarzt der Radiologie der Klinik für

Radiologie und Strahlenheilkunde in der Charité – Campus Virchow-Klinikum, Schwerpunkt Intensivradiologie und radiologische Interventionen. Seit 2004 Chefarzt des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Helios-Klinikum Emil von Behring in Berlin-Zehlendorf.

Ulrich Kraemer



Dr. med. Jahrgang 1968. 1989 – 1996 Studium der Humanmedizin an der Freien Universität Berlin. 2002 Promotion. 1996 – 2003 Facharztausbildung als Radiologe am Krankenhaus Zehlendorf, Berlin sowie am Urban-Krankenhaus, Berlin. 2003 Facharzt für Radiologie. 2005 Oberarzt der

Radiologischen Abteilung des DRK-Klinikums Westend, Berlin. Seit 2005 Leitender Oberarzt im Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, HELIOS Klini-

kum Emil von Behring. 2007 – 2009 Master of Business Administration in International Hospital and Healthcare Management (Frankfurt School of Finance and Management, Bankakademie HfB). 2010 Facharzt für Nuklearmedizin.

Korrespondenzadresse

Dr. med. CA Roland C. Bittner
 HELIOS Klinikum Emil von Behring
 Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
 Waltherhöferstraße 11
 14165 Berlin
 Telefon: 030/8102 13 19
 Telefax: 030/8102 17 41
 E-mail: roland.bittner@helios-kliniken.de

Literatur

- 1 Redfern RO, Kundel HL, Seshadri SB et al. A picture archival and communication system shortens delays in obtaining radiographic information in a medical intensive care unit. *Crit Care Med* 2000; 28: 1006 – 1013
- 2 Khan AN, Al-Jahdali H, Al-Ghanem S, Gouda A. Reading chest radiographs in the critically ill (Part I): Normal chest radiographic appearance, instrumentation and complications from instrumentation. *Ann Thorac Med* 2009; 4: 75 – 87
- 3 Khan AN, Al-Jahdali H, Al-Ghanem S, Gouda A. Reading chest radiographs in the critically ill (Part II): Radiography of lung pathologies common in the ICU patient. *Ann Thorac Med* 2009; 4: 149 – 157
- 4 Wörtler K. Zurück zum Röntgenbild? Editorial. *Radiologie up2date* 2008; 8: 5
- 5 Lee J, Kirschner J, Pawa S et al. Computed Tomography Use in the Adult Emergency Department of an Academic Urban Hospital From 2001 to 2007. *Ann Emerg Med* 2010; 56: 597 – 599
- 6 McCollough CH, Primak AN, Braun N et al. Strategies for Reducing Radiation Dose in CT. *Radiol Clin North Am* 2009; 47: 27 – 40
- 7 Verordnung zur Änderung der RöV und anderer atomrechtlicher Verordnungen vom 18. Juni 2002 BGBl. 1: 869
- 8 Damilakis J, Perisinakis K, Voloudaki A et al. Estimation of fetal radiation dose from computed tomography scanning in the late pregnancy: depth-dose data from routine examinations. *Invest Radiol* 2000; 35: 527 – 533
- 9 Stadler A. Strahlenexposition und Strahlenschutz. In: Schäfer-Prokop C (Hrsg). *Radiologische Diagnostik in der Intensivmedizin*. Stuttgart, New York: Thieme, 2009: 4 – 8
- 10 <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeident=2459>
- 11 Peris A, Tutino L, Zagli G et al. The use of point-of-care bedside lung ultrasound significantly reduces the number of radiographs and computed tomography scans in critically ill patients. *Anesth Analg* 2010; 111: 687 – 692
- 12 Truong S, Grommes J, Conze J, Schumpelick V. Stellenwert der Sonografie in der postoperativen Phase. *Chirurg* 2007; 78: 443 – 448

- 13 Sartori S, Tombesi P, Trevisani L et al. Accuracy of Transthoracic Sonography in Detection of Pneumothorax After Sonographically Guided Lung Biopsy: Prospective Comparison with Chest Radiography. *AJR* 2007; 188: 37–41
- 14 Reissig A, Kroegel C. Accuracy of transthoracic sonography in excluding post-interventional pneumothorax and hydropneumothorax. Comparison to chest radiography. *Eur J Radiol* 2005; 53: 463–470
- 15 Soldati G, Testa A, Sher S, Pignataro G, La Sala M, Silveri NG. Occult traumatic pneumothorax: diagnostic accuracy of lung ultrasonography in the emergency department. *Chest* 2008; 133: 204–211
- 16 Goecke W, Schwirk WB. Die Real-Time-Sonografie in der Diagnostik von Pleuraergüssen. In: Gebhardt J et al (Hrsg). *Ultraschalldiagnostik '89*. Heidelberg: Springer, 1990: 385–387
- 17 Eibenberger KL, Dock WI, Ammann ME et al. Quantification of pleural effusion: Sonography versus radiography. *Radiology* 1994; 191: 681–684
- 18 Remérand F, Dellamonica J, Mao Z et al. Multiplane ultrasound approach to quantify pleural effusion at the bedside. *Intensive Care Med* 2010; 36: 656–664
- 19 Murray JF, Matthay MA, Luce JM, Flick MR. An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Resp Dis* 1988; 138: 720–723
- 20 Carlborn DJ, Davidson BL. Pulmonary Embolism in the Critically Ill. *Chest* 2007; 132: 313–324
- 21 Wells PS, Anderson DR, Rodger M et al. Excluding pulmonary embolism at the bedside without diagnostic imaging: management of patients with suspected pulmonary embolism presenting to the emergency department by using a simple clinical model and d-dimer. *Ann Intern Med* 2001; 135: 98–107
- 22 Loewe C. Der akute Thoraxschmerz, ein rein klinisches Problem oder radiologische Fragestellung? *Radiologe* 2008; 48: 448–456
- 23 Kumamaru KK, Hoppel BE, Mather RT, Rybicki FJ. CT angiography: current technology and clinical use. *Radiol Clin North Am* 2010; 48: 213–235
- 24 Wurmb T, Balling H, Frühwald P et al. Polytraumamanagement im Wandel. Zeitanalyse neuer Strategien für die Schockraumversorgung. *Unfallchirurg* 2009; 112: 390–399
- 25 Braunschweig R, Wawro W. Integrierte Bildgebung bei Polytrauma. *Trauma Berufskrankh* 2005; 7 [Suppl 1]: S207–213

CME-Fragen

CME-Teilnahme

- ▶ Viel Erfolg bei Ihrer CME-Teilnahme unter <http://cme.thieme.de>
- ▶ Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für eine CME-Teilnahme verfügbar.
- ▶ Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, unter <http://cme.thieme.de/hilfe> finden Sie eine ausführliche Anleitung.

1

Welche Aussage zur Lungenarterienembolie ist falsch?

- A** Bei einer geringen klinischen Wahrscheinlichkeit einer Lungenarterienembolie und negativen D-Dimeren kann man auf eine weitergehende bildgebende Diagnostik verzichten.
- B** Die Klinik des Patienten mit nachgewiesener akuter Lungenarterienembolie korreliert nicht mit dem Ausmaß des nachgewiesenen thrombembolischen Materials.
- C** Ein hoher Prozentsatz der Patienten mit akuter Lungenarterienembolie weist pathologische Veränderungen im Thoraxröntgenbild auf.
- D** Das Westermark-Zeichen bezeichnet eine verminderte Gefäßzeichnung im Röntgenbild des Thorax' als Ausdruck der regionalen Hypoperfusion.
- E** Die Angio-CT der Pulmonalarterien hat die szintigrafische Diagnostik bei der akuten Lungenarterienembolie weitgehend abgelöst.

2

Welche Aussage zur Katheterlage in der Röntgenaufnahme ist richtig?

- A** Die korrekte Lage der Katheterspitze sollte man mit einer Kontrastmittelinjektion unter Durchleuchtung kontrollieren.
- B** Eine korrekte Lage der Katheterspitze eines ZVK kann angenommen werden, wenn sich die Katheterspitze links paravertebral zwischen die dorsalen Ansätze der 6. – 8. Rippe projiziert.
- C** Nach Katheterwechsel oder Neuanlage muss bei guter Rückläufigkeit des Katheters keine erneute Röntgenkontrolle vorgenommen werden.
- D** Die Lage der Katheterspitze in Projektion auf den Aortenbogen ist eine primäre Fehllage.
- E** Bei Kleinkindern sollte man die regelrechte venöse Katheterlage nach Zugang von subklavikulär oder zervikal sonografisch kontrollieren.

3

Welche Aussage zur Dokumentation von Drainagen, Sonden oder Kathetern ist falsch?

- A** Pulmonalkatheter sollten mit der Spitze etwas lateral der Hili liegen.
- B** Das untere Ende von Endotrachealtuben sollten nicht tiefer als 2 cm oberhalb der Karina trachealis liegen.
- C** Ein ZVK, dessen Spitze sich nach rechts paravertebral auf die 6. Rippe projiziert, muss umgehend entfernt werden.
- D** Die korrekte Lage einer bei einem intubierten Patienten problemlos transnasal eingeführten Magensonde sollte mit einer Thoraxröntgenaufnahme kontrolliert werden, wenn Auskultation und Aspiration keinen eindeutigen Beweis der korrekten Lage ergeben.
- E** Die regelrechte Lage einer intraarteriellen Ballonpumpe wird beurteilt anhand des röntgenologisch sichtbaren, gasgefüllten Anteils.

4

Welche Frage muss vor der anzufordernden radiologischen Untersuchung nicht vom Intensivmediziner geklärt werden?

- A** Ist ein Transport notwendig?
- B** Ist die Untersuchung planbar?
- C** Welches Verfahren soll durchgeführt werden?
- D** Ist die rechtfertigende Indikation gegeben?
- E** Wer führt die Untersuchung durch?

CME-Fragen

Radiologische Bildgebung des Thorax beim Intensivpatienten

5

Welche Aussage zur Strahlenbelastung bei radiologischen Untersuchungen ist richtig?

- A Die natürliche Strahlenbelastung in Deutschland beträgt etwa 21 mSv pro Jahr.
- B Etwa 10 Thoraxröntgenaufnahmen im Liegen entsprechen der Dosisbelastung eines Thorax-CT.
- C Die Thoraxröntgenaufnahme gehört zu den Hochdosisuntersuchungen.
- D Ein effektiver Strahlenschutz ist ein großer Abstand zur Strahlenquelle.
- E Röntgenuntersuchungen von Schwangeren sind nicht gestattet.

6

Welche Aussage zur Thoraxdiagnostik bei Intensivpatienten ist richtig?

- A Bei beatmeten Patienten sollte man täglich eine Thoraxröntgenkontrolle durchführen.
- B Die CT-Untersuchung der Lunge kann heute als Routineuntersuchung angesehen werden.
- C Die Beatmungsparameter spielen bei der Beurteilung des Thoraxröntgenbildes keine Rolle.
- D Sitzendaufnahmen des Thorax' sind Liegendaufnahmen immer vorzuziehen.
- E Die Thoraxröntgenaufnahme ist die häufigste bildgebende Untersuchung.

7

Welche Aussage zu Thoraxröntgenaufnahmen im Liegen ist falsch?

- A Die normale Herzgröße entspricht etwa der Hälfte des Thoraxquerdurchmessers.
- B Typische Zeichen einer kardialen Dekompensation sind kaliberstarke, unscharfe hiläre Gefäße.
- C Pleuraergüsse sind erst ab ca. 100 ml Volumen nachweisbar.
- D Belüftungsstörungen findet man beim Intensivpatienten häufig in den basalen Lungenabschnitten.
- E Pleuraergüsse können Atelektasen verursachen.

8

Welche Aussage zu Lungenparenchymveränderungen ist richtig?

- A Ein positives Pneumobronchogramm ist charakteristisch für eine Pneumonie.
- B Das ARDS/ALI kann im Thorax-CT ein milchglasähnliches Erscheinungsbild haben.
- C Im Stadium I eines ARDS/ALI findet man meist ein buntes radiologisches Bild.
- D Herdförmige pulmonale Infiltrate sind typisch für ein "Capillary-leak"-Syndrom.
- E Eine Atelektase kann zu einer Verlagerung des Mediastinums nach kontralateral führen.

9

Welche Aussage zum Thorax-CT beim Intensivpatienten ist richtig?

- A Die Anzahl der CT-Untersuchungen nimmt langsam ab.
- B Die CT ist die Methode der Wahl zum Nachweis von Pneumonien.
- C Die hohe Sensitivität und Spezifität der Angio-CT macht sie zur Methode der Wahl beim Nachweis einer Lungenarterienembolie.
- D Bei Verdacht auf eine Aortendissektion ist der Echokardiografie der Vorzug gegenüber der Angio-CT von Thorax und Abdomen zu geben.
- E Aus Strahlenschutzgründen sollte bei Kindern die CT der Röntgenaufnahme vorgezogen werden.

10

Welche Aussage ist falsch?

- A Die radiologischen Besprechungen sind vorzugsweise täglich als Monitordemonstration auf der Intensivstation vorzunehmen.
- B Bei Röntgenaufnahmen des Thorax' dürfen weitere, nicht zu röntgende Patienten im Krankenzimmer verbleiben.
- C Das „apikal cap sign“ beweist eine Pulmonalarterienembolie.
- D Die Rate an Fehllagen von Tuben, Sonden oder Kathetern liegen im zweistelligen Prozentbereich.
- E Die richtige Lage einer Pleuradrainage ist abhängig von der Indikation.