

Radiologe 2005 · 45:197–210
 DOI 10.1007/s00117-004-1157-y
 Online publiziert: 20. Januar 2005
 © Springer Medizin Verlag 2005

Rubrikherausgeber

G. van Kaick, Heidelberg
 S. Delorme, Heidelberg
 P. Reimer, Karlsruhe
 W. Reith, Homburg/Saar
 M. Uhl, Freiburg

Die Beiträge der Rubrik „Weiterbildung · Zertifizierte Fortbildung“ sollen dem Facharzt als Repetitorium dienen und dem Wissensstand der Facharztprüfung für den Arzt in Weiterbildung entsprechen. Die Rubrik beschränkt sich auf gesicherte Aussagen zum Thema.



Zertifizierte Fortbildung online bei Springer!

Mit dem in 2004 in Kraft getretenen GKV-Modernisierungsgesetz sind Vertragsärzte wie auch im Krankenhaus tätige Ärzte verpflichtet, sich regelmäßig fachlich fortzubilden. Der Gesetzgeber fordert, dass der Vertragsarzt innerhalb von fünf Jahren 250 Fortbildungspunkte erwirbt und der Nachweis erstmalig bis zum 30. Juni 2009 zu erbringen ist.

Das CME-Angebot mit der gedruckten Zeitschrift und dem Online-Dienst cme.springer.de bietet die Möglichkeit, die Fragen am Ende dieses Beitrags online zu beantworten und somit wichtige Zertifizierungspunkte zu sammeln. Die Teilnahme an diesem Angebot ist Bestandteil Ihres Individualabonnements.

Für diese Fortbildungseinheit erhalten Sie drei Fortbildungspunkte, wenn Sie 70% der Fragen richtig beantwortet haben bzw. Ihr Ergebnis nicht unter dem Durchschnitt aller Teilnehmer liegt. Hinweise zur Bescheinigung und den Lösungen finden Sie online unter cme.springer.de. Reichen Sie Ihre Teilnahmebestätigung zur Erlangung des Fortbildungszertifikats bei Ihrer zuständigen Ärztekammer ein.

Diese Initiative ist zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung:

Springer Medizin Verlag GmbH
Fachzeitschriften Medizin/Psychologie
CME-Helpdesk, Tiergartenstraße 17
69121 Heidelberg
E-Mail: cme@springer-sbm.com

cme.springer.de

D. Fisch · M. Uhl · M. Langer

Abteilung Röntgendiagnostik, Radiologische Klinik, Universitätsklinik, Freiburg

Konventionelle Thoraxdiagnostik im Neugeborenen- und Kindesalter

Zusammenfassung

Die Fortschritte in der Neonatologie führen zu einer wachsenden Zahl von behandelten Frühgeborenen und zu verbesserten Überlebensraten derselben. Bei respiratorischen Problemen im Neugeborenenalter ist die Thoraxübersichtsaufnahme richtungweisend für die Diagnose, von ihr hängt oft die anschließende Behandlungsstrategie ab. Die Befundung von Röntgenbildern von Früh- und Neugeborenen setzt voraus, dass der Radiologe mit den besonderen anatomischen Verhältnissen im kindlichen Thorax vertraut ist und darüber hinaus Kenntnis häufiger Krankheitsbilder, angeboren oder erworben, in diesem Lebensabschnitt hat. Auch bei älteren Kindern unterscheidet sich die Präsentation von Erkrankungen im Röntgenbild von der im Erwachsenenalter. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Radiologe und Kinderarzt ist bei der Diagnosestellung essenziell.

Schlüsselwörter

Frühgeborenes · Neugeborenes · Thorax · Radiologie

Conventional thorax diagnostics in neonates and children

Abstract

Advances in neonatal medicine have led to an increasing number of premature infant patients and to an improved survival rate of these children. Chest X-rays of premature infants, newborns, and older children with respiratory difficulties provide information leading to diagnosis and help decide on further clinical management. Diagnostic findings and their appreciation by the radiologist require knowledge of the specific anatomy of the infant chest, and also of common diseases in early and later childhood, congenital or acquired. Radiologic findings in pediatric patients may differ significantly from those in adults. Close collaboration between the neonatologist and radiologist is essential for reaching the right diagnosis.

Keywords

Premature infant · Newborn · Chest X-ray

Die Röntgenuntersuchung findet mit fahrbaren Geräten statt

Überlagerndes Fremdmaterial erschwert die Befundung

Zur Diagnosestellung ist die Zusammenarbeit von Radiologe und Neonatologe unbedingt erforderlich

Nach jeder Intubation oder Katheteranlage ist eine röntgenologische Kontrolle erforderlich

► **Endotrachealtubus**

► **Nabelvenenkatheter**

Ein arterieller Katheter muss kaudal des Abgangs der Nierenarterien positioniert werden

► **Katheterspitzenthrombus**

Gelangt unverdünnte Glukoselösung überwiegend in Mesenterialgefäße, sind eine erhöhte Insulinausschüttung und damit eine hypoglykämische Krise möglich

Die verbesserte pränatale Diagnostik und die Fortschritte der Neonatologie gehen mit einer wachsenden Zahl von Frühgeborenen und Kindern mit komplizierten Fehlbildungen einher. Früh, vor der 37. SSW, werden 7% aller Kinder geboren, es überleben mehr als 90%.

Atemprobleme bei Frühgeborenen können Ausdruck fast jeden Krankheitsbilds sein. Neben klinischer Präsentation und Blutgaswerten ist eine Thoraxübersichtsaufnahme oft für das weitere Vorgehen entscheidend.

Die Röntgenaufnahmen sollten im Idealfall durch einen Kinderradiologen (in Deutschland ist dies nur jeder 100. Radiologe) beurteilt werden, da viele kongenitale oder postpartale Veränderungen am kindlichen Thorax in der Erwachsenenradiologie nicht bekannt sind.

Neonatologische Intensivpatienten sind nur in seltenen Fällen transportfähig, daher findet die Röntgenuntersuchung mit fahrbaren Geräten im Inkubator statt. Ziel der Untersuchung ist, bei minimaler Strahlenexposition und geringer Manipulation zur Diagnosestellung zu kommen.

Erschwert wird die Beurteilung der Liegendaufnahmen durch überlagerndes Fremdmaterial wie extrakorporale Katheteranteile, Beatmungsschläuche, EKG-Elektroden und -Kabel. Durch Löcher im Deckel des Inkubators können kreisrunde Aufhellungsareale auf Lunge oder Abdomen projiziert werden und eine Pathologie vortäuschen.

Von großer Bedeutung ist eine gute Kommunikation zwischen dem Radiologen und dem Neonatologen, da häufig nur die Zusammenschau aus genauem Lebensalter, klinischer Befundkonstellation und Verlaufskontrollen eine Diagnosestellung möglich macht.

Katheterlagen

Erfordert der klinische Zustand eines Neu- oder Frühgeborenen eine Intubation oder Katheteranlage, ist nach jeder Anlage eine Übersichtsaufnahme anzufertigen, um die Katheterlagen zu dokumentieren und Fehltagen auszuschließen.

Ein ► **Endotrachealtubus** soll wie bei Erwachsenen in die mittlere Trachea positioniert werden.

Für eine parenterale Ernährung, Volumengabe sowie eine medikamentöse Versorgung werden oft zentrale Zugänge benötigt. Neben den in der Erwachsenenmedizin gebräuchlichen Zugängen über die V. jugularis oder V. subclavia kann bei Neugeborenen ein ► **Nabelvenenkatheter** angelegt werden, je nach Zustand des Umbilikus bis zu 3–4 Tage nach der Geburt. Der Katheter wird über die Nabelvene eingeführt und durch den Ductus venosus in die V. cava inferior vorgeschoben. Die Spitze des Katheters sollte sich knapp unterhalb des rechten Vorhofs auf die V. cava inferior projizieren.

Ein arterieller Katheter zur Druck- und Blutgasmessung kann über die A. umbilicalis über die A. iliaca interna und A. iliaca communis in die Aorta abdominalis eingebracht werden. Die Spitze des Katheters sollte etwa auf Höhe von LWK3–5 liegen (■ **Abb. 1**). Die Positionierung kaudal des Abgangs der Nierenarterien ist einerseits wichtig, damit bei einem möglichen ► **Katheterspitzenthrombus** kein embolisches Material in die Nierenarterien geschwemmt wird. Zum anderen soll verhindert werden, dass bei einer Glukoseinfusion unverdünnte Glukoselösung überwiegend in die Mesenterialgefäße diffundiert und über eine erhöhte Insulinausschüttung zur hypoglykämischen Krise führt.

Komplikationen können primär durch eine Fehllage der Katheter entstehen, z. B. Paravasate nach Gefäßverletzungen, sekundär in Form von Infektionen oder Thrombosen.

Transitorische Neugeborenentachypnoe („wet lung disease“)

Bei Neugeborenen führen meist bereits die ersten Atemzüge zu einer guten Belüftung beider Lungenflügel. Während einer vaginalen Entbindung wird beim Durchtritt durch den Geburtskanal fetale Lungenflüssigkeit aus der Lunge herausgepresst, verbleibende Restflüssigkeit wird über die Lymphbahnen und Kapillaren in der Regel rasch resorbiert.

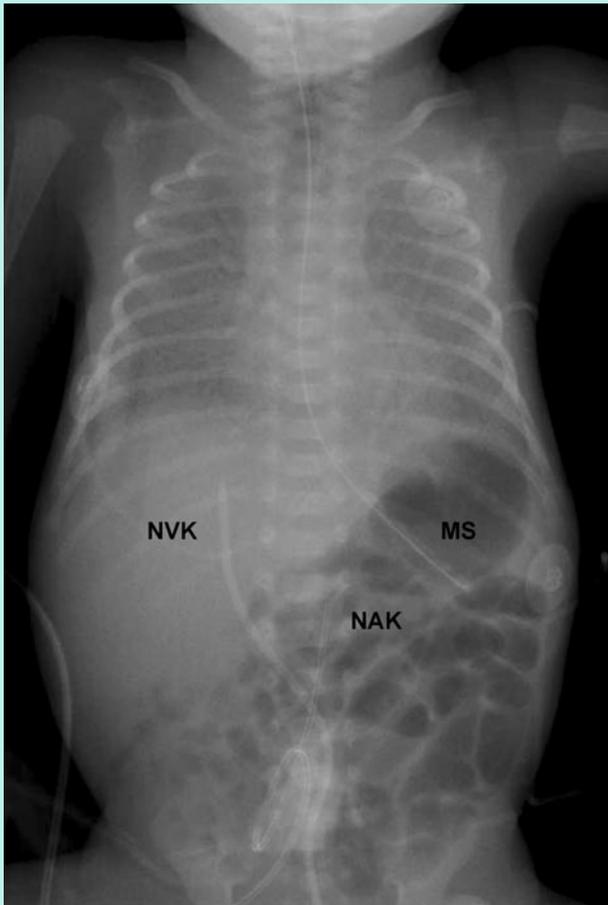


Abb. 1 ◀ Frühgeborener Junge der 28. SSW, Magensonde, regelrecht einliegender Nabelarterienkatheter (NAK), Nabelvenenkatheter (NVK) sollte um 1 cm vorgeschoben werden; Atemnotsyndrom Grad 3 wegen Unschärfe der Herzränder

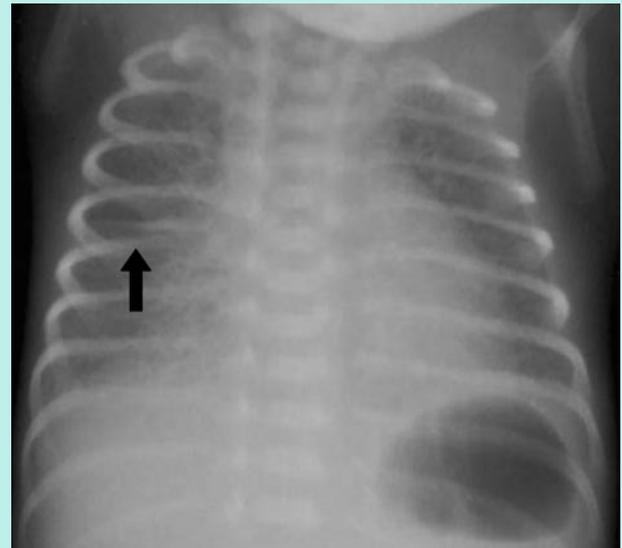


Abb. 2 ▲ Neugeborenes, 1 Tag alt: „wet lung disease“ mit perihilär betonter streifiger Mehrzeichnung beidseits, Erguss im Lappenspalz rechts (Pfeil)

Fehlt das Auspressen der Flüssigkeit z. B. nach einer Entbindung durch Kaiserschnitt, kann Amnionflüssigkeit in den Alveolen, im Interstitium, in den Interlobien sowie im Pleuraraum persistieren und zu einer transitorischen Neugeborenentachypnoe, auch „wet lung disease“ genannt, führen. Sie kommt eher bei Frühgeborenen als bei reifen Neugeborenen vor und tritt meist in den ersten 6 Lebensstunden auf. Klinisch äußert sich diese z. B. durch eine Tachypnoe mit 80–140 Atemzüge/min, milde Atemnot mit leichter Zyanose und subkostalen Einziehungen.

Radiologische Zeichen

Für die Interpretation der Thoraxbilder sind genaue klinische Angaben bezüglich des Lebensalters wichtig.

Das Röntgenbild kann eine radiäre, streifige bis fleckige Zeichnungsvermehrung perihilär, schleierartige Lungenparenchymetrübung, kleine intraseptale Ergüsse oder Pleuraergüsse zeigen (■ Abb. 2).

Eine Unterscheidung zu Atemnotsyndrom, Pneumonie oder Herzinsuffizienz ist meist nur durch Verlaufskontrolle möglich: Die „wet lung disease“ ist flüchtig und bildet sich nach 24–48 h zurück.

Atemnotsyndrom (ANS)

Synonym werden verwendet: IRDS, Syndrom der hyalinen Membranen, Surfactantmangel. Es gehört neben Infektionen zu den häufigen Todesursachen in der Neonatalperiode. Insgesamt entwickeln etwa 1% aller Neugeborenen ein Atemnotsyndrom, bei Frühgeborenen vor der 30. Schwangerschaftswoche sind es bis 60%, u. a. weil bei ihnen die Zeit für die intrauterine Lungenentwicklung verkürzt ist. Bei drohenden Frühgeburten kann die

Klinische Zeichen der „wet lung disease“ sind Tachypnoe und milde Atemnot

Die „wet lung disease“ bildet sich nach 24–48 h zurück

Die Inzidenz des ANS beträgt 1% aller Neugeborenen, bei Frühgeborenen vor der 30. SSW bis 60%

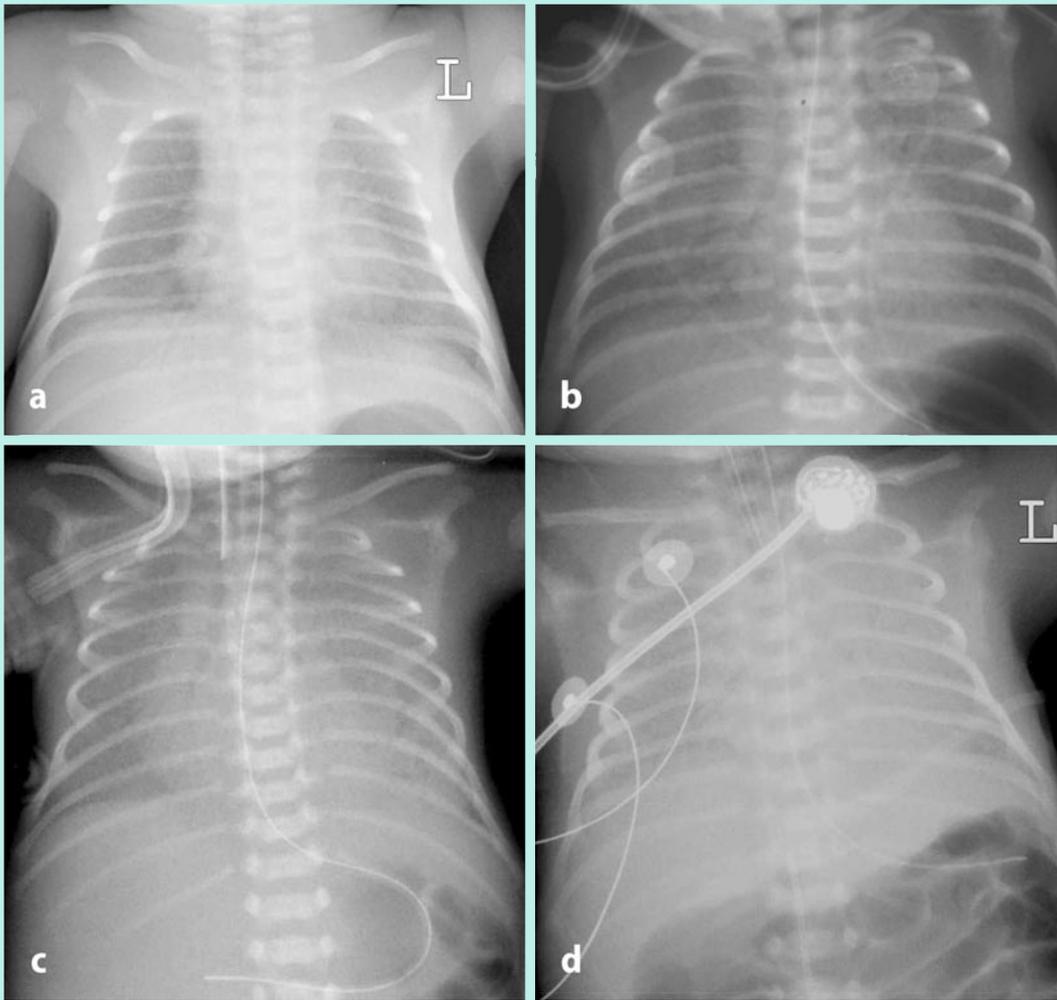


Abb.3 ◀ **Neugeborenes mit Atemnotsyndrom**, a 30. SSW, Atemnotsyndrom Grad 1 mit milchglasartiger Eintrübung des Lungenparenchyms beidseits, b 29. SSW, Atemnotsyndrom Grad 2 mit Bronchoaerogrammen jenseits des Herzschattens; Magensonde, c 30. SSW, 1 Tag alt, Atemnotsyndrom Grad 3, Unschärfe der Herzränder und des Zwerchfells; intubiert, Magensonde mit Spitze am Pylorus, d 29. SSW, Atemnotsyndrom Grad 4, „weiße Lunge“, intubiert, Magensonde

Die intrauterine Lungenreifung kann vor Entbindung durch Glukokortikoidgabe beschleunigt werden

► **Surfactantmangel**

Durch Surfactantgabe kann die Mortalität des ANS um etwa 40% reduziert werden

► **Hyaline Membranen**

Atemstörungen unterschiedlicher Genese sind beim Neugeborenen im Röntgenbild oft sehr ähnlich

intrauterine Lungenreifung vor der Entbindung durch die Gabe von Glukokortikoiden beschleunigt werden.

Klinisch präsentiert sich das Atemnotsyndrom durch sternale oder subkostale Einziehungen, expiratorisches Stöhnen und einen erhöhten Sauerstoffbedarf.

Das ANS ist durch einen ► **Mangel an Surfactant** bedingt. Surfactant besteht aus Phospholipiden und Proteinen. Es wird von der reifen Lunge gebildet und senkt die Oberflächenspannung der Alveolen. Fehlt es, kollabieren die Alveolen während der Expiration. Heute wird künstliches oder gereinigtes tierisches Surfactant endotracheal substituiert; so kann die neonatale Mortalität des ANS um etwa 40% reduziert werden.

Histologisch bilden sich in den Alveolen aus Plasmaexsudationen, Fibrin und zellulärem Debris ► **hyaline Membranen**.

Ein Atemnotsyndrom kann auch sekundär auf dem Boden einer Lungenblutung, pulmonaler oder kardialer Fehlbildungen oder einer Pneumonie entstehen.

Radiologische Zeichen

Das Atemnotsyndrom wird in unterschiedliche radiologische Schweregrade eingeteilt (▣ **Abb. 3**):

- Grad 1: feine retikulogranuläre Zeichnungsvermehrung, meist symmetrisch
- Grad 2: zusätzlich Bronchoaerogramm bis über die Herzgrenzen hinaus
- Grad 3: wie Grad 1 und 2 und Unschärfe der Kontur des Herzens und des Zwerchfells aufgrund des verdickten Interstitiums und interstitieller Flüssigkeit
- Grad 4: homogene Verschattung des gesamten Thorax, „weiße Lunge“

Differenzialdiagnosen

Wie bereits erwähnt, können sich Atemstörungen unterschiedlicher Genese beim Neugeborenen im Röntgenbild sehr ähnlich präsentieren. Verschattungsmuster aller Grade eines ANS von geringer Eintrübung des Parenchyms bis zur weißen Lunge können auch durch konnatale oder perinatale Pneumonien, Herzfehler, Lungenblutungen, bronchopulmonale Dysplasie oder „wet lung disease“ verursacht sein. Auch eine Expirationsaufnahme kann ein ANS Grad 4 vortäuschen.

Bronchopulmonale Dysplasie (BPD)

Sie ist eine erworbene Erkrankung des Lungenparenchyms. Das Risiko für ihre Entstehung steigt deutlich, wenn Faktoren wie unreife Lunge, Sauerstoffintoxikation und Barotrauma zusammenkommen. Aus diesem Grund sind häufig Früh- und Neugeborene betroffen, die z. B. nach einem Atemnotsyndrom oder einer schweren Pneumonie über längere Zeit mit hohen Sauerstoffdrücken künstlich beatmet werden mussten.

Auf hohe Sauerstoffdrücke reagiert v. a. unreifes Lungengewebe mit einer alveolaren und interstitiellen Fibrose, einer nekrotisierenden Bronchiolitis, Atelektasen und emphysematösen Veränderungen.

Insgesamt konnte die Inzidenz der bronchopulmonale Dysplasie in den letzten Jahren gesenkt werden, zum einen durch pränatale Beschleunigung der Lungenreifung durch Steroide, den Einsatz von Surfactant bei bestehendem Atemnotsyndrom, zum anderen durch die Entwicklung schonenderer Beatmungsformen wie z. B. Atemhilfen wie ► **CPAP** („continuous positive airway pressure“) oder ► **HFOV** („high frequency oscillating ventilation“).

Hat sich eine BPD ausgebildet, können die Veränderungen vorübergehend sein, aber auch über mehrere Jahre bestehen.

Radiologische Zeichen

Es wird eine Einteilung in 6 Grade nach Weinstein (1994) verwendet (▣ **Abb. 4**):

Grad 1: flau, unscharf berandete Verschattungen, Eintrübung des Parenchyms

Grad 2: feine streifig-retikuläre Verschattungen, v. a. zentral

Grad 3: gröbere streifig-retikuläre Zeichnungsvermehrung bis zur Peripherie

Grad 4: zusätzlich kleine zystische Veränderungen

Grad 5: Verschattungen und größere zystische Veränderungen

Grad 6: grob zystische Veränderungen, die Lunge erscheint blasig

Mekoniumaspiration

Sie kann zum einen bei übertragenen Kindern auftreten. Zum anderen sind Feten betroffen, die aufgrund einer Stresssituation über eine Vagusstimulation intrauterin Mekonium absetzen und dieses aspirieren.

Das visköse Mekonium führt zu einer ► **bronchialen Obstruktion**, die nachgeschalteten Lungenabschnitte sind entweder überbläht oder atelektatisch, was im Röntgenbild zu hypertransparenten Arealen oder dichten, grobfleckigen Verschattungen führt (▣ **Abb. 5**). Lungenareale, die durch aspiriertes Mekonium zerstört werden, sind für eine ► **sekundäre bakterielle Besiedelung** anfällig.

Differenzialdiagnostisch sollte bei fraglicher Mekoniumaspiration an perinatale Pneumonie oder Lungenblutung gedacht werden. Insgesamt ist die Mekoniumaspiration heute aufgrund der verbesserten pränatalen Überwachung selten.

Neugeborenenpneumonie

Sie kann bereits intrauterin durch Aspiration von infiziertem Material z. B. bei Chorioamnionitis ausgelöst werden. Das Risiko ist bei ► **vorzeitigem Blasensprung** deutlich

Zusammentreffen mehrerer Faktoren wie unreife Lunge, Sauerstoffintoxikation und Barotrauma erhöht das BPD-Risiko

- **CPAP**
- **HFOV**

- **Bronchiale Obstruktion**

- **Sekundäre bakterielle Besiedelung**

- **Vorzeitiger Blasensprung**



Abb. 4 ◀ **Bronchopulmonale Dysplasie**,
 a 3 Monate altes Mädchen (Frühgeborenes
 der 24. SSW), bronchopulmonale Dysplasie
 Grad 2: feine retikuläre Zeichnungsvermehrung
 betont zentral, b 3 Wochen alter Junge
 (Frühgeborenes der 26. SSW) mit bronchopul-
 monaler Dysplasie Grad 3–4: gröbere retikuläre
 Zeichnungsvermehrung mit kleinen zystischen
 Veränderungen, ventraler Pneumothorax
 links (*Pfeile*), c 4 Wochen alter Junge
 (Frühgeborenes der 24. SSW) mit broncho-
 pulmonaler Dysplasie Grad 5–6: grob zystische
 Veränderungen, Lunge „blasig“

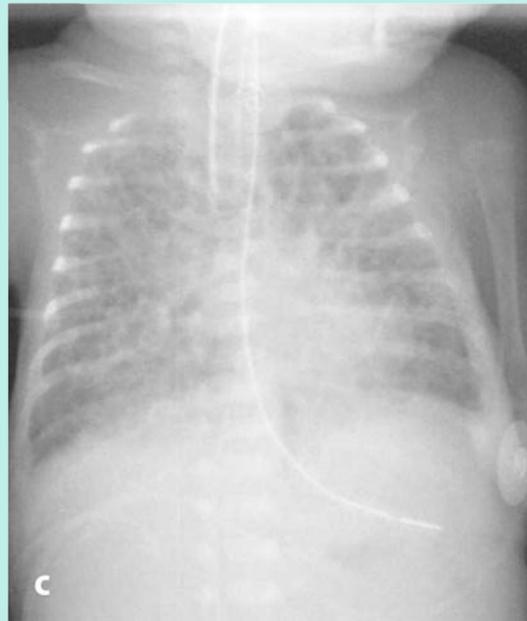
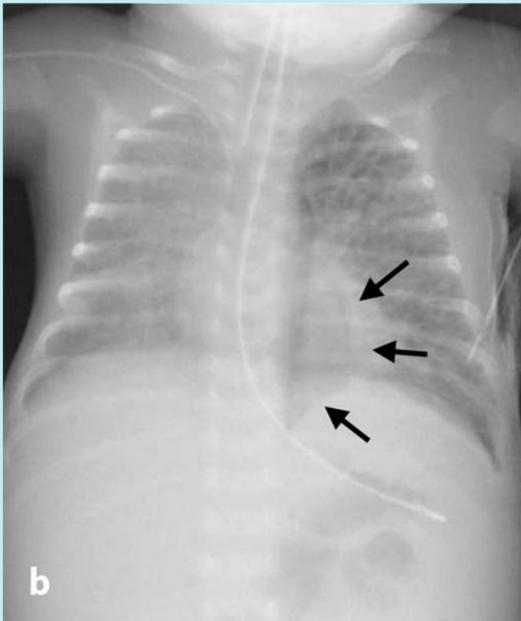


Abb. 5 ▲ **Neugeborenes, 1. Lebenstag**, Mekoniumaspiration mit
 fleckigen Infiltraten rechts betont, geringe Überblähung links,
 Magensonde

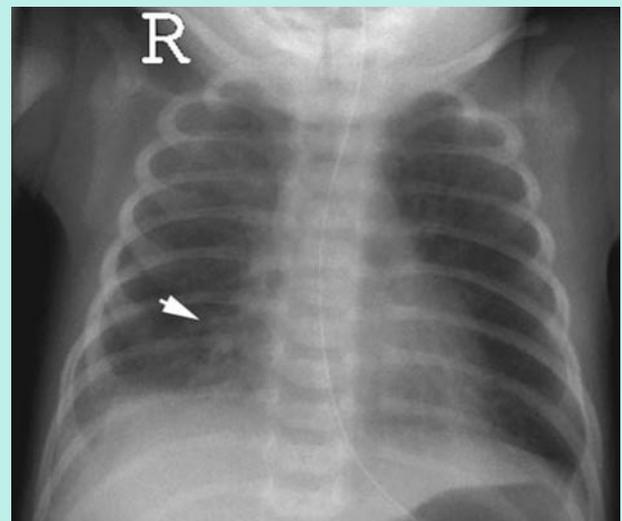


Abb. 6 ▲ **Neugeborenenpneumonie rechts basal** (*Pfeil*), unscharfer
 rechter Herzrand, Begleiterguss

erhöht. Darüber hinaus ist eine vertikale Übertragung von Keimen durch die Mutter über die Plazenta möglich. Erreger sind meist B-Streptokokken oder etwas seltener Staphylokokken.

Die Röntgensymptomatik kann stark variieren: Manchmal ist das einzige Zeichen eine Überblähung des Lungenparenchyms mit Tiefstand des Zwerchfells kaudal der dorsalen 8.–9. Rippe. Zusätzlich können asymmetrische fleckige alveolare Verdichtungen z. B. perihilär, z. T. konfluierend vorliegen, ebenso positive Bronchoaerogramme, in manchen Fällen ein ► **Begleiterguss** (■ **Abb. 6**). Ein möglicher Begleiterguss kann eine Unterscheidungsmöglichkeit zum Atemnotsyndrom sein, allerdings sind Pneumonien und Atemnotsyndrom assoziiert. Zu den weiteren Differenzialdiagnosen gehören „wet lung disease“ sowie Lungenblutung.

Kongenitales lobäres Emphysem

Es gehört zu den angeborenen Lungenfehlbildungen. Die Ätiologie ist nicht vollständig geklärt, als Auslöser wird eine ► **Bronchomalazie** oder eine ► **fehlende bronchiale Knorpelanlage** diskutiert. Diese Fehlbildung tritt meist einseitig auf.

Durch Obstruktion des Bronchuslumens kommt es zu einer Überblähung eines Lungenlappens, meist eines Oberlappens. Sie manifestiert sich in der Regel im frühen Säuglingsalter und fällt durch eine respiratorische Insuffizienz oder einen Infekt auf.

Während der Neugeborenenzeit kann die Fehlbildung noch mit Fruchtwasser gefüllt sein und im Röntgenbild als homogene Verschattung imponieren. Nach Flüssigkeitsresorption stellt sich der betroffenen Lungenlappen vermehrt transparent dar. Der benachbarte Lungenlappen kann atelektatisch sein. Je nach Schweregrad ist das Mediastinum zur Gegenseite verlagert, der betroffene emphysematöse Lappen kann durch das vordere obere Mediastinum zur Gegenseite hernieren (■ **Abb. 7**). Durch die raumfordernde Wirkung des emphysematösen Lungenlappens kann das ipsilaterale Zwerchfell tief stehen.

Differenzialdiagnosen sind Pneumothorax, Lungenzysten, Pneumatozele oder zystisch-adenoide Malformation der Lunge.

Kongenitale zystische adenoide Malformation (CCAM)

Sie ist eine seltene angeborene Fehlbildung der Lunge. Die Inzidenz liegt bei 1:25.000. Die Ätiologie ist nicht vollständig geklärt, postuliert werden Störungen der fetalen Lungenentwicklung während der 6.–7. Fetalwoche, z. B. durch Defekt der Vaskularisierung, bronchiale Obstruktion oder Infektionen. Komplikationen treten in Form von rezidivierenden Infektionen oder respiratorischer Insuffizienz auf. Da eine maligne Entartung in ► **Rhabdomyosarkome** beschrieben wurde, ist die Resektion Therapie der Wahl. Sie hat eine gute postoperative Prognose.

Die CCAM imponiert als einseitige, expansive Raumforderung mit multiplen zystischen Arealen. Das ipsilaterale Zwerchfell steht tief, es kann eine Mediastinalverschiebung nach kontralateral auftreten, ebenso eine Hernierung des betroffenen Lungenabschnitts durch das vordere obere Mediastinum zur Gegenseite (■ **Abb. 8**).

Zu den Differenzialdiagnosen zählen kongenitales lobäres Emphysem, bronchogene Zyste, Zwerchfellhernien oder pulmonaler Sequester. Im Gegensatz zu Letzterem kommuniziert die CCAM mit dem Bronchialsystem.

Zwerchfellhernien

Sie entstehen durch Fehlbildungen der Zwerchfelle während der embryonalen Entwicklung. Je nach dem Zeitpunkt dieser Fehlentwicklung können die angrenzenden Lungenabschnitte ipsi- oder kontralateral hypoplastisch sein. Am häufigsten sind linksseitig lokalisierte ► **Bochdalek-Hernien**.

Im Röntgenbild fällt eine Raumforderung im betroffenen Hemithorax auf, die ipsilaterale Zwerchfellkuppe ist nicht abgrenzbar. Direkt nach der Geburt kann diese Raumforderung noch weichteildicht sein, da die Belüftung des Darms erst postnatal erfolgt. Mit

Die Röntgensymptomatik kann sehr stark variieren

► Begleiterguss

- **Bronchomalazie**
- **Fehlende bronchiale Knorpelanlage**

Charakteristisch für ein kongenitales lobäres Emphysem ist die Überblähung eines Lungenlappens

Der emphysematöse Lungenlappen kann eine Verlagerung benachbarter Strukturen bewirken

Komplikationen der CCAM sind rezidivierende Infektionen oder eine respiratorische Insuffizienz

► Rhabdomyosarkom

Die CCAM stellt sich als einseitige, expansive Raumforderung mit multiplen zystischen Arealen dar

Die CCAM kommuniziert mit dem Bronchialsystem

► Bochdalek-Hernie

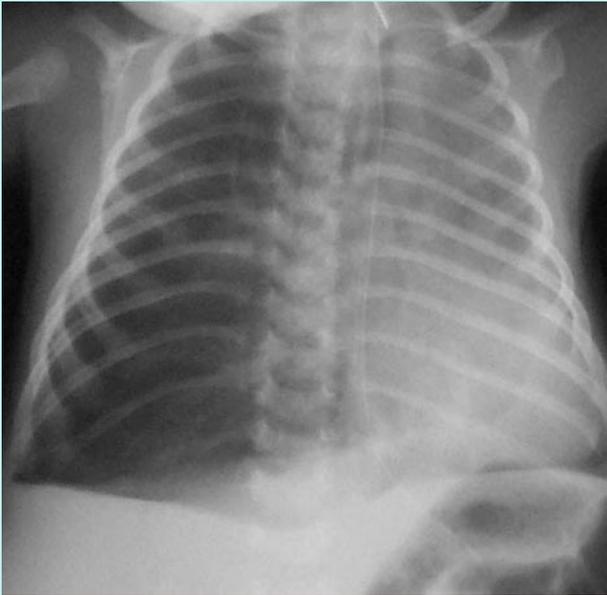


Abb.7 ▲ **Kongenitales lobäres Emphysem rechts mit massiver Überblähung und Zwerchfelltiefstand rechts, Mediastinalverlagerung nach links, Verlagerung der Trachea nach links mit Tubus**



Abb.8 ▲ **5 Wochen altes Mädchen mit kongenitaler zystischer adenoider Malformation der Lunge: zystische Raumforderung links mit Mediastinalshift nach rechts und Hernierung von linker Lunge durch vorderes Mediastinum nach rechts**

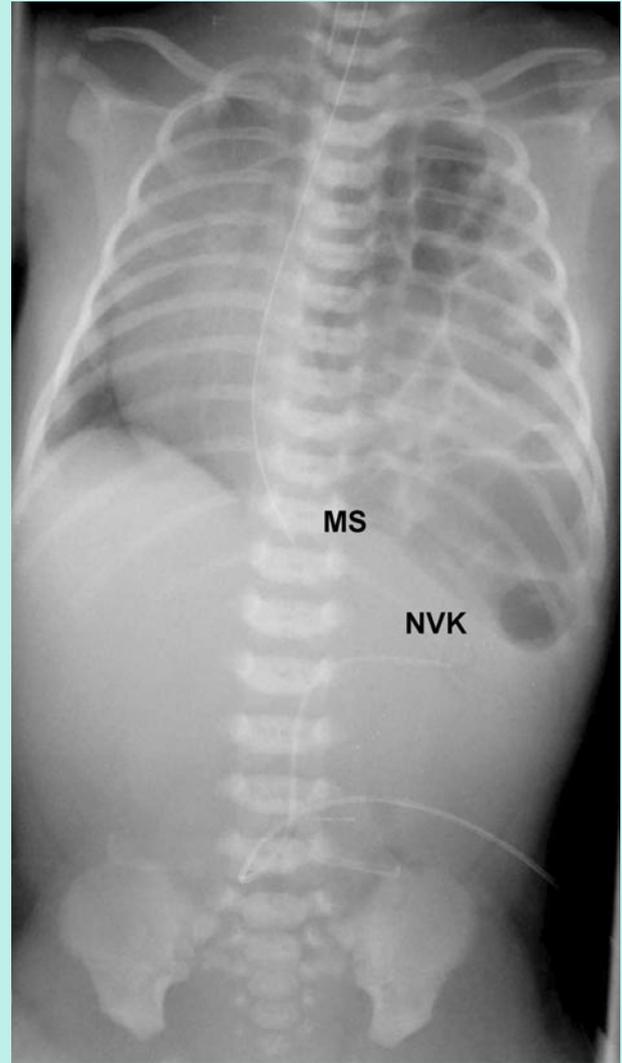


Abb.9 ▲ **1 Tag altes reifes Neugeborenes mit Zwerchfellhernie links: Enterothorax, Verlagerung des Mediastinums nach rechts; Fehllage des NVK in einem Pfortaderast**

Mit zunehmender Darmpneumatisation wird die Raumforderung eher zystisch, das restliche Abdomen ist gasarm

- ▶ **Fallot-Tetralogie**
- ▶ **Transposition der großen Gefäße**

wachsender Darmpneumatisation stellt sich die Raumforderung zunehmend zystisch dar, dafür ist das restliche Abdomen auffällig gasarm (■ **Abb. 9**).

Angeborene Herzerkrankungen

Sie reichen von kleinen Septumdefekten bis zu komplexen Fehlbildungen wie einer ▶ **Fal-lot-Tetralogie** oder einer ▶ **Transposition der großen Gefäße**. Im Einzelnen soll auf diese Erkrankungen hier nicht eingegangen werden. Dopplersonographische Methoden oder Katheteruntersuchungen haben in diesem Bereich viel mehr Aussagekraft als die konventionelle Röntgenaufnahme.

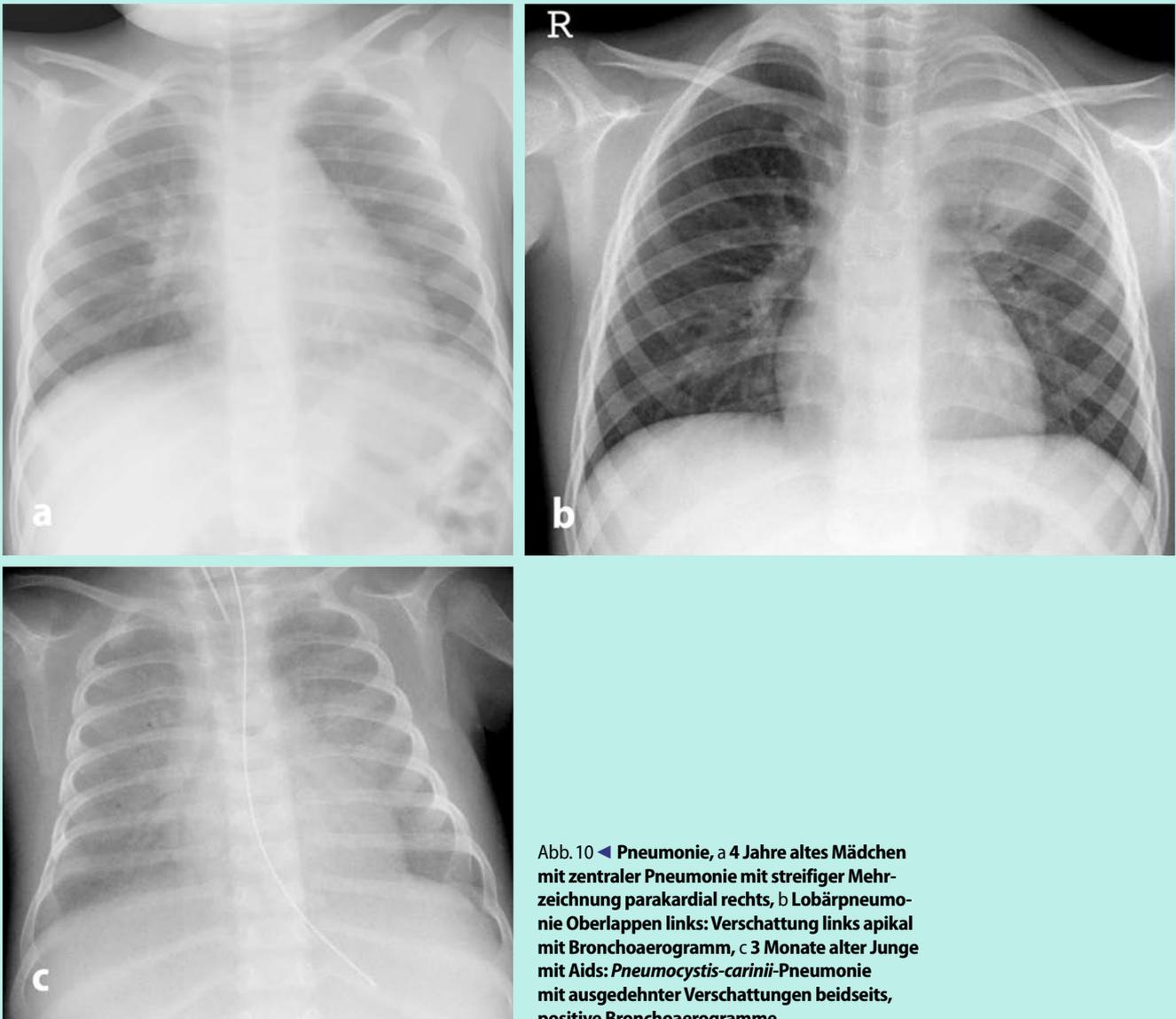


Abb. 10 ◀ **Pneumonie, a 4 Jahre altes Mädchen mit zentraler Pneumonie mit streifiger Mehrzeichnung parakardial rechts, b Lobärpneumonie Oberlappen links: Verschattung links apikal mit Bronchoaerogramm, c 3 Monate alter Junge mit Aids: *Pneumocystis-carinii*-Pneumonie mit ausgedehnter Verschattungen beidseits, positive Bronchoaerogramme**

Zu den Informationen, die das Röntgenbild liefern kann, gehört z. B. die ► **Herzgröße**: Bei Kindern sollte der Transversaldurchmesser nicht mehr als 65% des Thoraxdurchmessers betragen. Darüber hinaus weist die ► **Lungengefäßzeichnung** auf verminderte oder vermehrte Perfusion hin, und Pleuraergüsse und Stauungszeichen bis zum Lungenödem sind Kennzeichen einer akuten Dekompensation.

Pneumonien bei Kleinkindern

Bei diesen Patienten wird aus strahlenhygienischen Gründen meist erst eine p.-a. Aufnahme im Stand angefertigt, falls es der Allgemeinzustand und der Kooperationsgrad zulassen, alternativ eine a.-p. Aufnahme im Liegen. Je nach Befund kann eine Seitenaufnahme notwendig sein.

Fieber und Husten sind die häufigsten klinischen Symptome, eine Pneumonie kann sich aber auch nur durch Bauchschmerzen äußern.

Zu den verbreitetsten Erregern im Kleinkindalter gehören *Mycoplasma pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, Streptokokken und Staphylokokken. Das häufigste Virus ist das Respiratory-syncytial-Virus (RSV). Die Unterscheidung zwischen bakteriell und viral aus-

► Herzgröße

► Lungengefäßzeichnung

Bakterielle und virale Pneumonien sind im Röntgenbild nur schwierig differenzierbar.

Im frühen Kindeshalter sind Überblähung und Atelektasen bei Luftwegsinfekten typisch

► **Perihiläre radiäre Streifenzeichnung**

► **Infekthilus**

Fremdkörperaspiration, gastroösophagealer Reflux oder Fehlbildungen können rezidivierende Pneumonien verursachen

Bei Kindern sind rechte und linke Lunge gleich häufig von Fremdkörperaspiration betroffen

► **Aspirierte Nahrungsmittel**
► **Chemische Pneumonie**

Organische Substanzen sind im Röntgenbild nicht direkt positiv nachweisbar

► **Atelektase**
► **Ventilstenose**



Abb. 11 ◀ **14 Monate altes Mädchen mit Fremdkörperaspiration: Verlegung des linken Hauptbronchus mit Ventilmechanismus: Überblähung der linken, Kompression der rechten Lunge, Mediastinalverlagerung nach rechts, bronchoskopische Bergung einer Erdnuss**

gelösten Pneumonien ist schwierig, da diese die gleichen Röntgenveränderungen zeigen und ineinander übergehen können.

Im frühen Kindeshalter sind Infekte der unteren Luftwege durch Überblähung und Atelektasen gekennzeichnet, da der Widerstand in den peripheren Luftwegen 5-mal höher ist als bei Erwachsenen und kleinere Bronchien zum Kollaps neigen. Daneben finden sich als radiologische Zeichen bei einer Bronchitis eine ► **perihiläre radiäre Streifenzeichnung** durch eine Bronchialwandverdickung, bei viralen Pneumonien sind zusätzlich interstitielle Veränderungen nachweisbar. Bronchopneumonien zeigen darüber hinaus alveolare und z. T. konfluierende Verschattungsmuster mit positiven Bronchoaerogrammen und manchmal einem Begleiterguss (▣ **Abb. 10**). Ein „► **Infekthilus**“ entsteht durch Lymphknotenvergrößerungen.

Treten rezidivierende Pneumonien immer an der gleichen Stelle auf, muss an eine nicht erkannte Fremdkörperaspiration, einen gastroösophagealen Reflux oder eine Fehlbildung wie einen pulmonalen Sequester oder eine ösophago-tracheale Fistel gedacht werden.

Fremdkörperaspiration

Sie kommt am häufigsten bei Kindern unter 4 Jahren vor. Während beim Erwachsenen meist die rechte Lunge involviert ist, sind bei Kindern rechte und linke Lunge gleich häufig betroffen, da der flachere Verlauf des linken Hauptbronchus erst ab dem 15. Lebensjahr besteht.

In über 90% handelt es sich bei Aspirationen um organische Materialien, oft Erdnüsse oder Obststückchen. Nahrungsmittel mit hohem Eiweiß- und Zuckergehalt absorbieren Wasser aus dem Bronchialsystem, quellen mit einiger Latenz auf und verstärken die Obstruktion. Gerade durch ► **aspirierte Nahrungsmittel** werden oft hartnäckige ► **chemische Pneumonien** ausgelöst. Alle aspirierten Fremdkörper sollten möglichst innerhalb von Stunden bronchoskopisch entfernt werden.

Da organische Substanzen nicht röntgendicht sind, entgehen sie im Röntgenbild dem positiven Nachweis. Daher ist es wichtig, auf indirekte Zeichen der Fremdkörperaspiration zu achten. Verlegt ein Fremdkörper einen Bronchus vollständig, wird die Luft distal dieser Obstruktion resorbiert, es entsteht eine ► **Atelektase**. Das Mediastinum ist nach ipsilateral verlagert. Lässt ein Fremdkörper während der Inspiration Luft in den Bronchus vorbei, verschließt diesen aber bei der Expiration, entsteht eine ► **Ventilstenose**. Dieser Mechanismus führt zu einer Überblähung des nachgeschalteten Lungenabschnitts, zum ipsilateralen Zwerchfelltiefstand und ggf. zum Mediastinalshift zur gesunden Gegenseite.

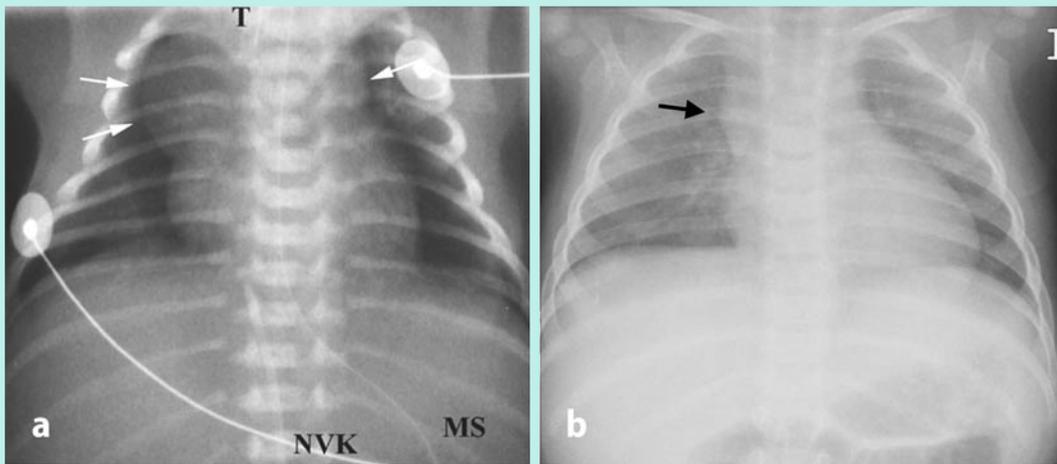


Abb. 12 ◀ Thymus, a beim Neugeborenen (T), Magensonde (MS), Nabelvenenkatheter (NVK), b Thymus bei 1-jährigem Mädchen (Pfeil)

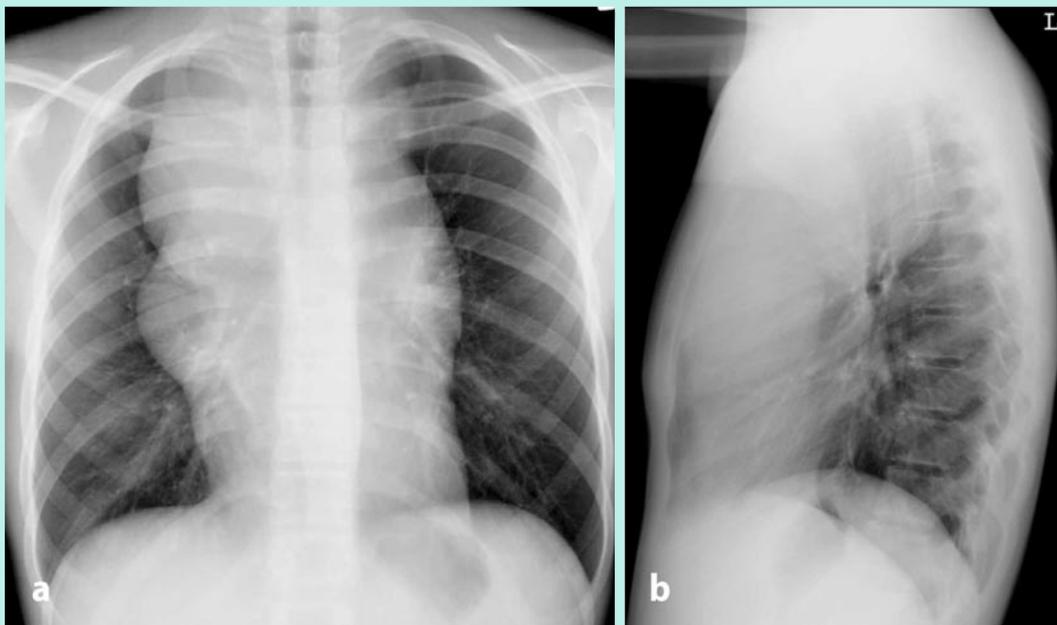


Abb. 13 ◀ 14 Jahre alter Junge mit Morbus Hodgkin: „schornsteinartige“ Erweiterung des oberen Mediastinums bei ausgedehnten Lymphknotenvergrößerungen, p.-a. (a) und seitliche (b) Aufnahme

te (▣ Abb. 11). Wenn in besonders schweren Fällen Alveolarwände einreißen resultiert ein ► **Pneumomediastinum**.

Zur Diagnostik sollten Aufnahmen des Thorax in In- und Expiration angefertigt werden. Die Expirationsaufnahme zeigt die einseitige Überblähung aufgrund des geringeren Lungenvolumens der gesunden Seite deutlicher. Ist sie nicht durchführbar, sollten Dekubitusaufnahmen in Rechts- und Linksseitenlage angefertigt werden. Der jeweils herabhängende Lungenflügel ist beim Gesunden infolge der Schwerkraft weniger transparent.

Bei Betrachtung der Atmung unter Durchleuchtung können eine verminderte Beweglichkeit des tiefer stehenden Zwerchfells oder ein Mediastinalwandern beobachtet werden.

Bei unauffälligem Röntgenbild und anamnestisch hochgradigen Aspirationsverdacht sollte eine Bronchoskopie durchgeführt werden.

Komplikationen können in Form von Mediastinitis, Fistelbildungen, eitrigen bis nekrotisierenden Pneumonien, Abszessen und Bronchiektasen auftreten.

Raumforderungen im Mediastinum

Eine Verbreiterung des Mediastinums bei Neugeborenen und Säuglingen ist oft durch den Thymus bedingt, dessen Größe und Form sehr variabel sind. Der Thymusschatten

► Pneumomediastinum

Falls Expirationsaufnahmen nicht möglich sind, werden Dekubitusaufnahmen vorgenommen

Verbreiterung des Mediastinums bei Neugeborenen und Säuglingen ist oft durch den Thymus bedingt

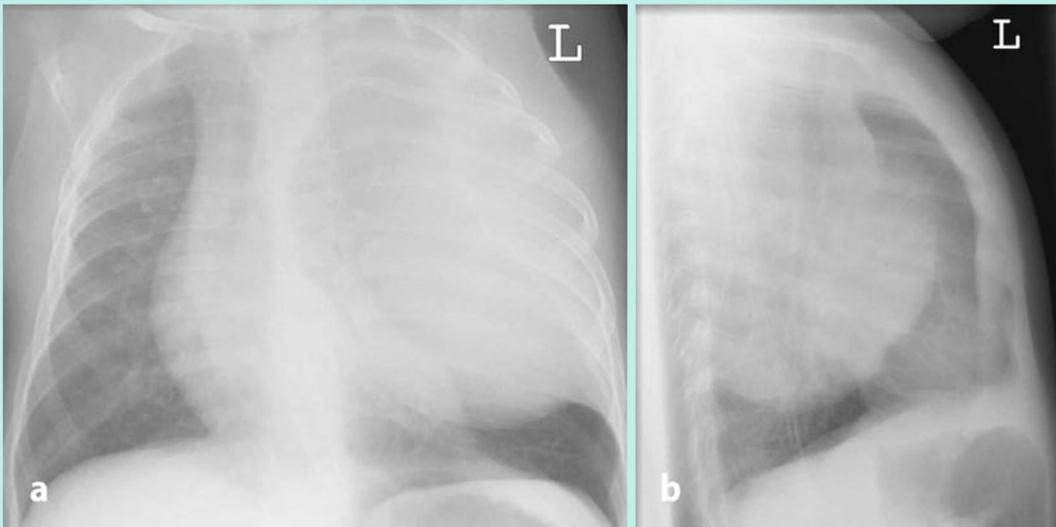


Abb. 14 ◀ **10 Monate alter Junge mit ausgedehntem Neuroblastom links**

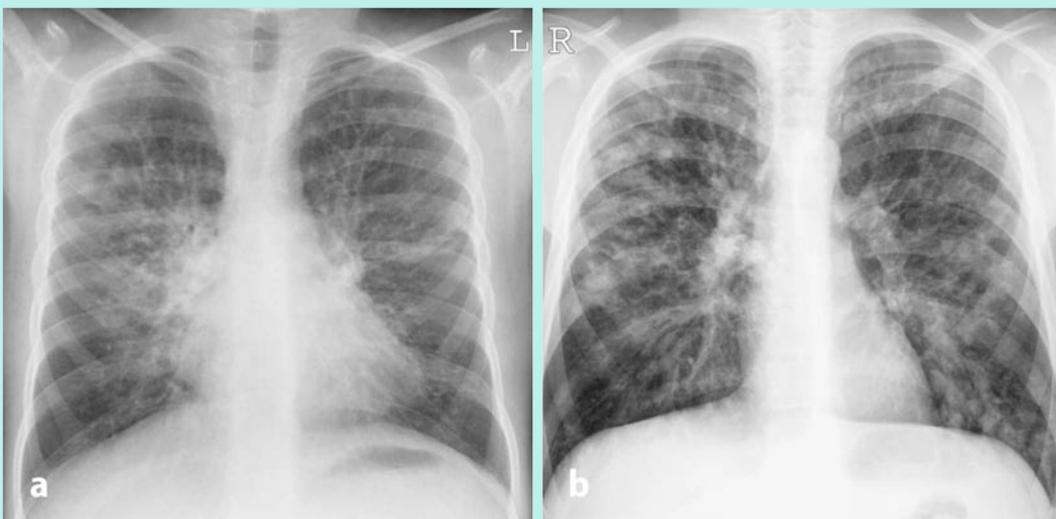


Abb. 15 ◀ **Zystische Fibrose, a 8 Jahre altes Mädchen, Bronchiektasen zentral rechts und links apikal, b 12 Jahre altes Mädchen, Bronchiektasen mit Mukoidretention betont rechts apikal und links basal**

Das Mediastinum stellt sich in der Regel ab dem 10. Lebensjahr wie bei Erwachsenen dar

Bei Tumoren im vorderen Mediastinum kann es sich um Thymome, Zysten oder Teratome handeln

- ▶ **Lymphom**
- ▶ **Schornsteinfigur**
- ▶ **Neuroblastom**

kann die großen Gefäße, die Hili und auch das gesamte Herz überdecken, er kann aber auch völlig fehlen (▣ **Abb. 12**).

Die Thymusinvolution findet unterschiedlich rasch zwischen dem 2. und 5. Lebensjahr statt. Ab dem 10. Lebensjahr stellt sich das Mediastinum meist vergleichbar zu Erwachsenen dar, in Einzelfällen kann der Thymus jedoch bis zum 20. Lebensjahr randbildend sichtbar sein.

Wird im Thoraxbild eine mediastinale Raumforderung entdeckt, sollte sie möglichst einem Kompartiment zugeordnet werden. Zur Lokalisierung in ventrodorsaler Richtung ist eine Seitenaufnahme hilfreich.

Tumoren im vorderen Mediastinum können benigne oder maligne Thymome, bronchogene oder Dermoidzysten oder Teratome sein. Letztere können röntgendichte Strukturen wie Zahnanlagen und Knochen enthalten.

Zu den Tumoren des mittleren Mediastinums zählen ▶ **Lymphome**. Bei Jugendlichen tritt ein Morbus Hodgkin häufiger auf als Non-Hodgkin-Lymphome. Charakteristisch für ein malignes Lymphom ist die „▶ **Schornsteinfigur**“, die durch Lymphknotenvergrößerungen hilär und im mittleren Mediastinum zustande kommt (▣ **Abb. 13**).

Häufigste Raumforderungen im hinteren Mediastinum sind ▶ **Neuroblastome**, die vom paravertebral verlaufenden sympathischen Grenzstrang ausgehen (▣ **Abb. 14**). Sie sind nach Leukämien und Hirntumoren der dritthäufigste Tumor im Kindesalter. 85% al-

ler Neuroblastome werden bis zum 8. Lebensjahr entdeckt. Eine bei einem Kind neu aufgetretene ► **skoliotische Fehlhaltung** kann ein indirekter Hinweis auf einen Tumor im hinteren Mediastinum sein.

Die primäre Untersuchung besteht in einer konventionellen Röntgenaufnahme. Das weitere Staging sollte mittels MRT und MIBG-Szintigraphie erfolgen.

Zystische Fibrose (CF)

Sie ist eine der häufigsten Erbkrankheiten, die vornehmlich unter der weißen Bevölkerung auftritt. Sie wird autosomal-rezessiv vererbt. Das Erkrankungsrisiko liegt bei 1:2500. In Deutschland gibt es 6000–8000 Erkrankte, etwa 5% der Bevölkerung sind Genträger.

Die Erkrankung führt aufgrund eines fehlerhaft kodierten ► **epithelialen Chloridionkanals** zu Dysfunktionen der exokrinen Drüsen. Neben dem Pankreas ist v. a. die Lunge betroffen. Dort entsteht zähes Bronchialsekret, das zu Obstruktionen der Bronchiolen führt. Folge daraus sind ► **rezidivierende Infektionen** v. a. mit *Staphylococcus aureus* und *Pseudomonas aeruginosa*. Typische Veränderungen des Lungenparenchyms sind zunehmende Bronchiektasen, mit oder ohne Schleimretention, Bronchialwandverdickungen, Atelektasen, Pneumothorax und progredientes Emphysem (■ **Abb. 15**).

Eine standardisierte Verlaufsbeurteilung von Thoraxbildern wird durch den ► **Chrispin-Norman-Score** (1974) ermöglicht: Der Thorax wird in 4 Quadranten geteilt. Diese werden hinsichtlich Linienschatten, kleinen Fleckschatten, Ringschatten und großen Fleckschatten beurteilt und mit 0–2 Punkten bewertet, je nachdem ob sie „nicht vorhanden“, „vorhanden“ und „ausgeprägt“ sind. Das ergibt bis zu 36 Punkte. Darüber hinaus werden Emphysemzeichen wie Zwerchfellabflachung, vermehrte Sternalwölbung und Kyphosierung der BWS entsprechend mit 0–2 Punkten belegt. Insgesamt sind also maximal 38 Punkte zu vergeben.

Außerdem wurde von Helbich et al. (1995) ein ► **CT-Score** ausgearbeitet, bei welchem u. a. Bronchiektasen, Schleimpfropfen, Abszessformationen und die Ausprägung der emphysematösen Veränderungen beurteilt werden.

Eine überlagerungsfreie Darstellung der interstitiellen Veränderungen mit hoher Ortsauflösung wird durch eine HRCT („high resolution computed tomographie“) ermöglicht. Dies gilt nicht nur für die zystische Fibrose, sondern z. B. auch für die bronchopulmonale Dysplasie und atypische Pneumonien.

Korrespondierender Autor

Dr. D. Fisch

Abteilung Röntgendiagnostik, Radiologische Klinik, Universitätsklinik,
Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg
E-Mail: fisch@mrs1.ukl.uni-freiburg.de

Interessenkonflikt: Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen.

► Skoliotische Fehlhaltung

In Deutschland sind 6000–8000 Menschen an CF erkrankt

► Epithelialer Chloridionkanal

► Rezidivierende Infektionen

► Chrispin-Norman-Score

► CT-Score von Helbich et al.

Die „high resolution computed tomographie“ (HRCT) erlaubt überlagerungsfreie Darstellung der interstitiellen Veränderungen mit hoher Ortsauflösung

Bitte beachten Sie:

Antwortmöglichkeit nur online unter: cme.springer.de

Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.

Es ist immer nur eine Antwort möglich.

Fragen zur Zertifizierung

Welche Aussage ist richtig?

Eine Neugeborenentachypnoe („wet lung disease“)

- tritt nur bei Frühgeborenen auf.
- wird durch Streptokokken ausgelöst.
- bildet sich spätestens nach 8 h zurück.
- wird durch persistierende Amnionflüssigkeit verursacht.
- ist durch umschriebene Infiltrate mit Bronchoaerogrammen gekennzeichnet.

Welche Aussage trifft zu?

Das Atemnotsyndrom

- wird verursacht durch einen Enzymmangel.
- kann sich durch eine „weiße Lunge“ im Röntgenbild darstellen.
- ist eine chronische Erkrankung.
- ist typischerweise durch eine Überblähung einzelner Lungenabschnitte gekennzeichnet.
- ist röntgenologisch leicht von einer Lungenblutung zu unterscheiden.

Welche Aussage zur bronchopulmonalen Dysplasie (BPD) trifft zu?

- Eine bronchopulmonale Dysplasie kann Folge einer längeren Beatmung mit hohen Sauerstoffdrücken sein.
- Grund für eine BPD ist ein Surfactantmangel.
- Histologisch finden sich hyaline Membranen an den Alveolarwänden.
- Eine BPD bildet sich meist nach wenigen Tagen zurück.
- Einer BPD geht immer ein Atemnotsyndrom voraus.

Welche Aussage zur Neugeborenenpneumonie trifft nicht zu?

- Der häufigste Erreger einer Neugeborenenpneumonie ist *Haemophilus influenzae*.
- Eine Infektion kann bereits intrauterin erfolgen.
- Bei einer Neugeborenenpneumonie kann ein Begleiterguss auftreten.

- Ein typisches Röntgenzeichen ist die Überblähung des Lungenparenchyms.
- Auch eine Mekoniumaspiration kann beim Neugeborenen eine Pneumonie auslösen.

Welche Aussage trifft zu?

- Die kongenitale zystisch adenoide Malformation der Lunge (CCAM) ist eine häufige, rezessiv vererbte Krankheit.
- Eine CCAM sollte nicht operiert werden.
- Beim kongenitalen lobären Emphysem fehlt eine Lungenanlage.
- Röntgenologisch kann das kongenitale lobäre Emphysem durch eine homogene Verschattung auffallen.
- Das kongenitale lobäre Emphysem ist durch einen ipsilateralen Zwerchfellhochstand gekennzeichnet.

Welche Aussage trifft bei Pneumonien im Kleinkindalter nicht zu?

- Pneumonien bei Kleinkindern sind häufig viraler Genese.
- Überblähungen und Atelektasen entstehen, weil der Widerstand in den peripheren Bronchien bei Kindern niedriger als bei Erwachsenen ist.
- Häufige bakterielle Erreger sind *Mycoplasma pneumoniae* und *Haemophilus influenzae*.
- Die Röntgenzeichen bei viralen und bakteriellen Pneumonien gehen häufig ineinander über.
- Ein Grund für rezidivierende Pneumonien kann ein gastroösophagealer Reflux sein.

Welche Aussage zur Fremdkörperaspiration trifft zu?

- Fremdkörper werden bei Kindern am häufigsten in den rechten Hauptbronchus aspiriert.
- Fremdkörper müssen so schnell wie möglich bronchoskopisch entfernt werden.
- Die meisten aspirierten Fremdkörper sind röntgendicht.

- Die Diagnose wird immer anhand einer Expirationsaufnahme gestellt.
- Bei unauffälligem Thoraxbild und Verdacht auf Aspiration genügt die Anfertigung einer Verlaufskontrolle.

Welche Aussage zum Thymus trifft zu?

- Die Thymusinvolutionszeit ist mit dem 2. Lebensjahr abgeschlossen.
- Der Herzschatten ist immer vom Thymus abgrenzbar.
- Bei kleinen Kindern kann der Thymus das gesamte obere Mediastinum ausfüllen.
- Maligne Thymustumoren treten im Kindesalter nicht auf.
- Bei Neugeborenen wird routinemäßig eine Thoraxseitaufnahme angefertigt.

Welche Aussage zu Mediastinaltumoren im Kindesalter trifft nicht zu?

- Maligne Lymphome zeigen oft eine schornsteinartige Verbreiterung des Mediastinums.
- Teratome können Zahnanlagen enthalten.
- Ursprungsgewebe von Neuroblastomen ist das sympathische Nervensystem.
- Das Staging sollte mit MRT oder MIBG-Szintigraphie erfolgen.
- Die meisten Neuroblastome werden bei Kindern über 8 Jahren diagnostiziert.

Welche Aussage zur zystischen Fibrose (CF) trifft zu?

- CF wird v. a. unter der weißen Bevölkerung autosomal-dominant vererbt.
- Bei CF wird ein Kaliumkanal fehlerhaft exprimiert.
- Von zystischer Fibrose sind v. a. endokrine Drüsen betroffen.
- Typische Veränderungen an der Lunge sind Bronchiektasen und Schleimretentionen.
- Der Crispin-Norman-Score wird zur standardisierten CT-Verlaufskontrolle verwendet.

Informationen zum Einsendeschluss erhalten sie unter cme.springer.de



Mitmachen, weiterbilden und CME-Punkte sichern durch die Beantwortung der Fragen im Internet unter cme.springer.de