Thoraxröntgen in der Abklärung des unteren Respirationstrakts beim ambulanten pädiatrischen Patienten

Zusammenfassung

Bei der Evaluierung des unteren Respirationstrakts ist das Thoraxröntgen häufig ein fester Bestandteil des Abklärungsalgorithmus. Die Kenntnis der kindlichen Anatomie und Physiologie ist hierbei unerlässlich, um das Röntgenbild adäquat beurteilen zu können. Aber auch die Wertigkeit der Untersuchung muss richtig eingeschätzt werden, um das Ergebnis nicht falsch zu interpretieren.

Bei den Erkrankungen des unteren Respirationstrakts steht die Pneumonie an erster Stelle. Aufgrund des nach wie vor hohen Mortalitätsrisikos ist eine schnelle, erregerspezifische Diagnostik wünschenswert, um rasch eine suffiziente Therapie einleiten zu können. Die Sensitivität und Spezifität sind gerade beim kindlichen Thoraxröntgen sehr von der Erfahrung des Beurteilenden und von den zur Verfügung stehenden Informationen abhängig. Diese Arbeit soll eine kurze Einführung in die Interpretation des pädiatrischen Thoraxröntgens geben. Neben der Pathologie werden die anatomischen und physiologischen Besonderheiten erläutert, die zu spezifischen Veränderungen führen.

Schlüsselwörter

Thoraxröntgen · Unterer Respirationstrakt · Pädiatrische Anatomie · Pädiatrische Physiologie

Das Thoraxröntgen ist die häufigste radiologische Untersuchung. Insbesondere bei der Abklärung ambulanter Patienten mit akuten thorakalen Beschwerden hat es nach wie vor seinen Platz. Die Interpretation des Thoraxröntgens ist jedoch schwierig. Eine möglichst genaue Interpretation des Bildes verlangt von dem Betrachter, dass er einerseits genau über Anatomie und Physiologie der Thoraxorgane Bescheid weiß, andererseits ist die Kenntnis der Pathologie und Pathophysiologie der Erkrankungen unerlässlich. Denn bei der Aufnahme handelt es sich um eine Momentaufnahme einer (patho-)physiologischen Situation in einem Organismus mit einer bestimmten (und bis zu einem gewissen Grad individuellen) Anatomie.

Vor allem die Interpretation des pädiatrischen Lungenröntgens wird als schwierig angesehen und variiert – noch mehr als beim Erwachsenen – mit der Erfahrung des Beurteilenden und dem Umfang der zur Verfügung stehenden klinischen Information [17, 18, 30, 31].

Ziel dieser Übersichtsarbeit ist es, eine kurze Einführung in die Beurteilung des normalen Thoraxröntgens zu geben und die wichtigsten Pathologien und deren Erscheinungsbild im Lungenröntgen darzustellen. Weiters soll der Stellenwert des Thoraxröntgens in der Beurteilung des akut erkrankten ambulanten Kindes und in der Therapieentscheidung kurz erörtert werden.

Normales Thoraxröntgen

Das normale Thoraxröntgen des gesunden Kindes ist bereits aufgrund der va-

riablen anatomischen Situation individuell sehr unterschiedlich. Mitunter können reguläre anatomische Strukturen als pathologische Veränderungen fehlgedeutet werden. So kann z. B. ein breiter, auf dem Herzen sitzender Thymus eine kardiale Pathologie vortäuschen (Abb. 1); ein Thymussegel kann nicht nur für den Ungeübten schwer von einer Teillatektase differenzierbar sein.

„Mitunter können reguläre anatomische Strukturen als pathologische Veränderungen fehlgedeutet werden.“

Beim Neugeborenen und Säugling kann der Thymus durchaus eine beträchtliche Größe aufweisen und mit einer deutlichen Mediastinalverbreiterung einhergehen. Oft sind Herzrand und Hili nicht mehr abgrenzbar. Ein großer Thymus über das 2. Lebensjahr hinaus muss allerdings als pathologisch gewertet werden [1]. Dies gilt jedoch nur für den Thymusschatten im Thoraxröntgen. In der Computertomographie ist ein Thymus bzw. Restthymus im vorderen oberen Gewebe bis zu einem Alter von 30 Jahren regelmäßig ohne pathologische Bedeutung nachweisbar; bei der Mehrzahl der Patienten auch

© Springer-Verlag 2002

Dr. S. Puig
Universitätsklinik für Radiodiagnostik,
Universität Wien, Währinger Gürtel 18–20,
1090 Wien, Österreich
E-Mail: stefan.puig@univie.ac.at

S. Puig

The chest X-ray in the evaluation of the lower respiration tract of the pediatric outpatient

Abstract

The chest X-ray is frequently used for the evaluation of the lower respiration tract. The knowledge of the pediatric anatomy and physiology is essential for the correct interpretation of the image. Also the accuracy of the examination should be considered.

Pneumonia is the most important disease of the lower respiration tract. As there is still a high risk of mortality, specific diagnosis is required to initiate a prompt and efficient therapy. Sensitivity and specificity of the pediatric chest x-ray depend on the experience of the interpreter and the available clinical information. This paper gives a short introduction to the interpretation of pediatric chest X-rays. Specific anatomic and physiologic characteristics in pediatric patients and related pathology are presented.

Keywords

Chest x-ray · Lower respiration tract · Pediatric anatomy · Pediatric physiology

Tabelle 1

Ätiologie gemischter ambulant erworbener Pneumonien in einer finnischen Population. Nach [14]

Virus	Anzahl der Patienten	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	<i>Haemophilus influenzae</i>	<i>Moxarella catarrhalis</i>	<i>Mycoplasma pneumoniae</i>
Respiratory-syncytial-Virus	73	18 (25%)	13 (18%)	0 (0%)	2 (3%)
Rhinovirus	58	19 (33%)	6 (10%)	5 (9%)	2 (3%)
Parainfluevavirus	25	7 (28%)	1 (4%)	3 (12%)	0 (0%)
Adenovirus	19	2 (11%)	2 (11%)	2 (11%)	2 (11%)
Influenzavirus A und B	10	5 (50%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)

über das 40. Lebensjahr hinaus [2, 9]. Unter Stress, Fieber und Einfluss bestimmter Medikamente kann sich der Thymus allerdings bereits beim Neugeborenen komplett zurückbilden [24, 25].

Auch die Atemlage während der Aufnahme kann eine Pathologie vortäuschen. So kann bei einem lungengesunden Kind eine nicht optimale Inspirationslage bereits diskrete Verdichtungen vortäuschen; ein Kind, das während der Aufnahme weint, kann im Röntgenbild sogar eine fast weiße Lunge haben, da es die gesamte Luft aus den Alveolen herauspresst.

Beim gesunden Kind projiziert sich die Zwerchfellkuppe auf den dorsalen Abschnitt der 8.–9. dorsalen Rippe bzw. auf den ventralen Anteil der 6. Rippe (s. Abb. 1) [12, 24]. Die linke Zwerchfellkuppe steht physiologischerweise etwas tiefer als die rechte. Sollte die linke Zwerchfellkuppe höher stehen als die rechte, so ist die Ursache abzuklären.

Die Lungentransparenz ist nicht nur von der Anatomie bzw. Pathologie des aufgenommenen Organs abhängig; hier haben auch die Aufnahmeparameter (Dosis, Abstand der Röhre vom Röntgenfilm etc.) einen wesentlichen Einfluss auf das Bild. Auch das verwendete Aufnahmesystem beeinflusst das Erscheinungsbild entscheidend. Wenn ein Transparenzunterschied zwischen zwei verschiedenen Lungenabschnitten vorliegt, kann es immer noch schwierig sein, den pathologischen Teil zu bestimmen. Voraussetzung für ein bewertbares Röntgenbild ist eine technisch einwandfreie Aufnahme, die mit der optimalen Technik – entsprechend dem Patientenalter und Körpergewicht – durchgeführt wurde [27].

Pathologische Veränderungen im Röntgenbild

Die Symptome, mit denen sich ein Kind in der Ambulanz vorstellt, sind sehr unspezifisch und reichen von simplem Hus-

Abb. 1a,b ◀ Befund bei 2 Monate altem Mädchen, bei dem ein Ventrikelseptumdefekt vermutet wurde. a Im Thoraxröntgen zeigt sich ein breiter, dem Herzen aufsitzender Thymus, b 8 Monate später erscheinen Thymus und Mediastinum, ohne jegliche zwischenzeitliche Therapie, normal weit

Abb. 2 ◀ **Befund bei 18 Monate altem Knaben mit Fieber und Husten.** Im Thoraxröntgen zeigt sich die rechte Zwerchfellkuppe etwas tiefer stehend als die linke. Eine diskrete Transparenzerhöhung lässt sich rechts basolateral annehmen. Diese Veränderungen wären typisch bei einer viral bedingten Bronchitis/Bronchiolitis mit einseitiger Überblähung. Zusätzlich zeigt sich ein Pleuraerguss links im Sinus phrenicocostalis. Die Ursache hierfür dürfte in der streifigen Verschattung liegen, die man links retrokardial andeutungsweise erkennen kann. Hier handelt es sich um ein entzündliches Infiltrat

ten über Dyspnoe, Thoraxschmerz und Fieber bis zu Hämoptysen bzw. mehreren Symptomen gleichzeitig [5]. Neben der körperlichen Untersuchung und der laborchemischen Analyse des Blutserums soll – bei Verdacht auf eine Veränderung des Respirationstrakts – das Lungenröntgen helfen, die möglichen Differenzialdiagnosen einzugrenzen und in weiterer Folge eine nach Möglichkeit spezifische Therapie einzuleiten. Darüber hinaus müssen natürlich lebensbedrohliche Veränderungen ausgeschlossen werden.

Häufige radiologische Muster bei akuten entzündlichen Veränderungen des unteren Respirationstrakts

Die pulmonalen Veränderungen bei entzündlichen Erkrankungen im Thorax-

röntgen lassen sich in 3 Gruppen zusammenfassen [11, 19]:

- diffuse peribronchiale Verdichtungen,
- fokale lobäre Konsolidierungen,
- retikulonoduläre interstitielle Verdichtungen.

Diese Veränderungen versucht man verschiedenen Pathologien zuzuordnen, die nun in der Folge besprochen werden sollen.

Bronchitis/Bronchiolitis

Die unkomplizierte Bronchitis/Bronchiolitis hat ihre Ursache zumeist in ei-

ner viralen Infektion. Diese führt zu einem Ödem im bronchialen Interstitium, mit konsekutiver Einengung des bronchialen Lumens. Hier ist ein wesentlicher Unterschied in der Anatomie des Kindes im Vergleich zum Erwachsenen zu beachten: Beim Erwachsenen führt die ödembedingte Bronchialwandverdickung nicht zu einem Verschluss des Bronchiallumens; außerdem werden die Alveolen nicht nur über die terminalen Bronchiolen, sondern auch über ein Kollateralsystem belüftet, die *Kohn-Poren* und *Lambert-Kanäle*. Bei den Kohn-Poren handelt es sich um Verbindungen zwischen benachbarten Alveolen, bei den Lambert-Kanälen zwischen Bronchiolen und benachbarten Alveolen. Weiters wurden Verbindungen zwischen den terminalen Bronchiolen beschrieben, die *Martin-Kanäle* [10, 11]. Diese Verbindungen liegen beim Kind noch nicht vor; somit besteht keine Kollateralventilation.

Darüber hinaus ist der absolute, aber auch relativ engere Durchmesser des kindlichen Bronchus dafür verantwortlich, dass sich der Bronchus bei einer entzündlichen Affektion schneller verschließt als beim Erwachsenen. Eine Wandverdickung von 1 mm führt zu einer Flächenreduktion des Lumenquerschnitts um 75% beim Kind und 44% beim Erwachsenen. Die mathematische Grundlage für diesen Unterschied ist durch das Poisseuille-Gesetz definiert [8]:

Abb. 3 ▲ **Befund bei 8 Monate altem Knaben mit Fieber und Dyspnoe.** Im Röntgenbild zeigen sich überblähte Lungenareale beidseits in der Peripherie sowie streifige Verdichtungen beidseits perihilar. Bei diesem Kind konnte eine RS-Virus-Pneumonie verifiziert werden

Tabelle 2
Ätiologie der ambulant erworbenen Pneumonie, aufgeschlüsselt nach Altersgruppen. Nach [14]

Altersgruppe [Jahre]	Anzahl	Viral	Bakteriell	Gemischt
<2	108	86 (80%)	51 (47%)	37 (34%)
2–5	84	49 (58%)	47 (56%)	28 (33%)
>5	62	23 (37%)	36 (58%)	12 (19%)

Tabelle 3
Virusdiagnostik bei 479 Kindern mit Pneumonie, getrennt nach Altersgruppen. Nach [32]

Altersgruppen	0–2 Jahre	3–5 Jahre	6–15 Jahre
Positiver Virustest	207 (64%)	43 (43%)	15 (27%)
Negativer Virustest	116 (36%)	57 (57%)	41 (73%)

Hier steht eine Anzeige
This is an advertisement

Springer

(175 x 240 mm)

Abb. 4 ◀ **Flächige Verdichtungen im linken Unterlappen mit positivem Aerobronchogramm bei einem 11-jährigen Knaben mit einer *Streptococcus pneumoniae*-Pneumonie**

Abb. 5 ◀ **Befund bei 15 Monate altem Mädchen mit verifizierter *Haemophilus influenzae*-Pneumonie. Ausgeprägte Konsolidierung des gesamten linken Oberlappens. (Reproduziert aus [25], mit Genehmigung des Verlags)**

Abb. 6 ◀ **Azinäre Verschattung und Minderbelüftung im linken Unterfeld und gering ausgeprägte infiltrative Verschattungsareale, auch rechts basal, bei 6-jährigem Knaben mit ambulant erworbener Pneumonie. (Reproduziert aus [25], mit Genehmigung des Verlags)**

Abb. 7 ◀ **Befund bei 10-jährigem Knaben mit ambulant erworbener Pneumonie. Es finden sich multiple kleinfleckige, teilweise konfluierende Verschattungen. Vom Muster entspricht dieses Bild am ehesten einer atypischen Pneumonie. In der mikrobiologischen Aufarbeitung konnte *Mycoplasma pneumoniae* als Erreger nachgewiesen werden. (Reproduziert aus [25], mit Genehmigung des Verlags)**

$$R=8nl/\pi r^4$$

- n Viskositätskonstante
- l Länge der Luftwege
- r Radius des Luftwege

Nach Elimination der für diese Berechnung verzichtbaren Variablen und Konstanten ergibt sich die vereinfachte Formel:

$$R \approx 1/r^4$$

Das bedeutet, dass der Atemwiderstand zur 4. Potenz invers proportional zum Lumenradius ist, vorausgesetzt, es liegt ein laminarer Fluss vor. Bei einem turbulenten Fluss ist der Widerstand zur 5. Potenz invers proportional zum Radius. Unter der Annahme, dass die Wanddicke um 1 mm zunimmt, nimmt der Atemwiderstand beim Erwachsenen um den Faktor 3 zu, beim Kind um den Faktor 16.

Diese anatomischen und physiologischen Gegebenheiten haben auch auf das Röntgenbild des pädiatrischen Patienten Auswirkungen: bei einer Bronchitis/Bronchiolitis kommt es zu einem Ventilmechanismus im betroffenen Bronchussegment; das heißt, dass Luft während der Inspiration zwar einströmen, aber bei der Expiration nicht ausströmen kann. In der Folge kommt es in den nachgeschalteten Lungenabschnitten zu einer Überblähung, die sich einerseits als Transparenzerhöhung und andererseits als Zwerchfell-tiefstand manifestiert (Abb. 2). Die Lunge kann sich in die Interkostalräume vorwölben.

Pneumonien

In den Entwicklungsländern sterben pro Jahr ca. 4 Mio. Kinder an einer Pneumonie [13, 22]. Rezente Zahlen von verschiedenen statistischen Zentralämtern zeigten allerdings, dass auch in der „westlichen“ Welt die Pneumonie, inklusive der nosokomialen, zu den häufigsten Todesursachen bei Kindern und Erwachsenen zählt [25, 28, 29]. In Europa dürfte es pro Jahr etwa 2,5 Mio. Neuerkrankungen geben [26].

Als wichtigster Erreger wird in der jüngeren Literatur *Streptococcus aureus* für die ambulant erworbenen Pneumonie bei Kindern genannt [20, 21]. Bei jüngeren Kindern gelten außerdem Vi-

Abb. 8 ▲ Befund bei 3-jährigem Mädchen nach Aspiration einer Erdnuss. Die rechte Lunge zeigt sich deutlich überbläht, das Mediastinum ist nach links verdrängt. Die Nuss konnte mittels Bronchoskopie aus dem rechten Hauptbronchus entfernt werden

ren, bei älteren *Mycoplasma pneumoniae* und *Chlamydia pneumoniae* als verantwortliche Erreger [6, 7, 14, 20, 23, 32, 34]. In europäischen Arbeiten werden auch noch *Haemophilus influenzae* und *Moxarella catarrhalis* als relativ häufige bakterielle Erreger genannt [15, 20]. Bei vielen Patienten finden sich auch Mischinfektionen (Tabellen 1, 2, 3).

Die Inzidenz der Mykoplasmeninfektion hat einen Schwerpunkt am Ende des Sommers und im Herbst [7]. Weiters zeigten sich europaweit synchrone Schwankungen, wobei es ca. alle 4 Jahre zu einem Gipfel in der Prävalenz kommt. Die Publikationen enthalten unterschiedliche Angaben zur Ätiologie, abhängig davon, wo und wie die jeweilige Studie durchgeführt wurde, also z. B. ob nur stationär behandelte Kinder oder auch ambulant behandelte eingeschlossen wurden (Tabelle 4).

Eine Differenzierung zwischen den verschiedenen Ursachen einer Pneumonie ist im Lungenröntgen in der Regel nicht möglich. Courtoy und Mitarbeiter versuchten, zwischen bakteriell und nicht-bakteriell bedingten Pneumonien mittels Thoraxröntgens zu unterscheiden [4]. Die Sensitivität betrug lediglich 42–58%; sie konnte allerdings unter Kenntnis der klinischen und laborchemischen Daten auf bis zu 92% erhöht werden. Auch die Annahme, dass bestimmte Verschattungsmuster im Rönt-

Abb. 9a–c ► Befund bei 1 Jahr altem Knaben, der nach dem Verzehr von Schokolade und Nüssen zu husten begann; weiters fieberte das Kind über 3 Tage. a Das 1. Thoraxröntgen zum Zeitpunkt der Einweisung ins Krankenhaus wurde als normal befundet. Retrospektiv zeigten sich eine Überblähung der linken Lunge und eine Abflachung der linken Zwerchfellkuppe. b Die Aufnahme wurde nach 2 Tagen wiederholt. Ein Kinderradiologe diagnostizierte die Überblähung sowie einen Mediastinalshift. In der Bronchoskopie konnten Nussstücke aus den Bronchien entfernt werden. c Nach 12 Tagen zeigten sich wiederum normale Verhältnisse. (Reproduziert aus [25], mit Genehmigung des Verlags)

Tabelle 4

Vergleich zweier Studien bezüglich der Ätiologie ambulant erworbener Pneumonien in Dallas, Texas [34] und Helsinki, Finnland [13]. Modifiziert nach [20]

	Altersgruppe [Jahre]	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	<i>Chlamydia pneumoniae</i>	Viral
Finnland [13]	0–4	24	4	1	37
USA (Texas) [34]		33	6	3	28
Finnland [13]	5–9	36	30	13	21
USA (Texas) [34]		14	7	9	10
Finnland [13]	10–16	31	51	35	4
USA (Texas) [34]		29	14	14	0

Abb. 10a,b ▲ Befund bei 6-jährigem Mädchen, das einen ausgefallenen Milchzahn aspiriert hat. a Der Zahn findet sich am Abgang des Bronchus intermedius rechts (Pfeil). b In der Ausschnittvergrößerung erkennt man den Zahn, der auf dem Bronchusostium liegt

genbild bestimmten Erregergruppen zugeordnet werden können, kann bei genauer wissenschaftlicher Analyse nicht aufrecht erhalten werden. Eine australische Arbeitsgruppe fand bei den bakteriellen Pneumonien einen positiven Vorhersagewert des Thoraxröntgens von lediglich 30% [3].

Korppi et al. konnten zwar zeigen, dass eine azinäre Verschattung eher auf eine bakterielle Pneumonie schließen lässt und folgern daraus, dass bei Nachweis einer solchen Veränderung der Einsatz eines Antibiotikums indiziert ist, auch wenn kein Erregernachweis vorliegt. Allerdings fand sich in ihrer Unter-

suchungspopulation auch bei 24% der Kinder mit einem interstitiellen Verschattungsmuster eine bakterielle Pneumonie und bei weiteren 38% ein gemischt viral-bakterielles Erregerspektrum [16].

Dennoch zeigen sich gewisse Tendenzen, die jedoch beim einzelnen Patienten zu hinterfragen sind. Wie oben erwähnt, manifestiert sich die virale Infektion des unteren Respirationstrakts als Entzündung der Bronchien und Bron-

chiolen. Die initialen Veränderungen entsprechen den oben genannten Alterationen im Sinne von Überblähungen einzelner Lungenareale; in weiterer Folge imponieren sie als Bronchopneumonie mit zusätzlich auftretenden Verdichtungen (Abb. 3).

Die typische Veränderung der bakteriellen Pneumonie ist eine azinäre (flächige) Konsolidierung eines umschriebenen Lungenareals (Abb. 4, 5). Allerdings können bakterielle Infektionen auch ganz untypische Veränderungen machen (Abb. 6). Eine der häufigsten ambulant erworbenen Pneumonien ist die Mykoplasmenpneumonie. Diese zeigt streifig-interstitielle, aber auch kleinfleckige Verdichtungsareale (Abb. 7).

Swingler et al. zeigten hingegen bei 522 Kindern im Alter zwischen 2 und 59 Monaten, dass Kontrollen mittels Lungenröntgens keinen Einfluss auf den Verlauf ambulant erworbener Entzündungen des unteren Respirationstrakts haben [31].

Die Autoren schlussfolgern daher in ihrer Arbeit, dass die routinemäßige Durchführung von Thoraxröntgen bei Kindern dieser Altersgruppe nicht indiziert ist und ausgesuchten Fragestellungen vorbehalten bleiben sollte.

Tabelle 5

Häufige Ursachen für zystische Läsionen [5, 33]

Einseitig	Bilateral
Neugeborenes/Kleinkind	
Kongenitale zystische adenomatoide Malformation	Interstitielles Emphysem
Kongenitale Zwerchfellhernie	Bronchopulmonale Dysplasie
Pneumatozele	
Interstitielles Emphysem	
Kongenitale Lungenzyste	
Abszess	
Größeres Kind	
Kongenitale zystische adenomatoide Malformation	Zystische Fibrose
Erworbene Zwerchfellhernie	Bronchiektasien
Pneumatozele (entzündlich/traumatisch)	Bronchopulmonale Dysplasie
Bronchiektasien	
Abszess

Abb. 11 ▲ Befund bei 12-jährigem Patienten mit deutlich verbreitertem Mediastinum und weichteildichtem Tumor vom rechten Hilus bis zur Lungenspitze. Eine weichteildichte, polygonal begrenzte Raumforderung zeigt sich auch im Bereich des linken Hilus. Die Raumforderung entspricht Lymphknotenpaketen bei histologisch verifiziertem Lymphom

Tabelle 6

Häufige Ursachen für eine hypertransparente Lunge [5, 33]

Einseitig	Bilateral
Neugeborenes/Kleinkind	
Emphysem (obstruktiv oder kompensatorisch bei Mukus, Fremdkörper)	Emphysem (Mukus, Fremdkörper)
Pneumothorax (ventral)	Bronchiolitis
Lobäremphysem	Keuchhusten
Kongenitale zystische adenomatoide Malformation	Vitium
Kongenitale Lungenzyste	Pneumothorax
Zwerchfellhernie mit luftgefülltem Darm	Pulmonale Lungenhypoplasie
Pneumatozele	
Poland-Syndrom	
Pulmonale Lungenhypoplasie	
Pulmonales hypogenetisches Syndrom	
Größeres Kind	
Emphysem (Fremdkörper)	Emphysem (Fremdkörper)
Pneumothorax	Asthma
Pneumatozele (groß, singulär)	Pneumothorax
Lungenzyste (groß, singulär)	
Zwerchfellhernie mit luftgefülltem Darm	
Swyer-James-McLeod-Syndrom	
Poland-Syndrom	
Pulmonale Lungenhypoplasie	
Pulmonales hypogenetisches Syndrom	

Fremdkörper

Fremdkörper bleiben primär an den physiologischen Engen hängen. Im Respirationstrakt sind das Nasenmuscheln, Recessus piriformis, Valleculae epiglottici, Kehlkopf, Karina und die Bronchien selbst. Entzündliche Veränderungen sind vor allem durch organische Substanzen, wie z. B. Nüsse, zu erwarten. Da die meisten Fremdkörper nicht röntgendicht sind, muss man sich bei der Beurteilung des Thoraxröntgens auf indirekte Zeichen verlassen. Hier kommt es, wie bereits oben im Rahmen der Bronchitis beschrieben, zu einem Ventilmechanismus, der zu einer Überblähung einer Thoraxhälfte führt (Abb. 8). Die Veränderungen können aber auch sehr subtil sein (Abb. 9). Hier kann es unter Umständen hilfreich sein, eine Aufnahme in Expiration anzufertigen [27]. Wesentlich einfacher gestaltet sich die Beurteilung röntgendichter Strukturen (Abb. 10).

Tumoren

Primäre pulmonale Tumoren bei Kindern sind eine Rarität. Unter den pri-

mären Tumoren finden sich bei Kindern häufig endobronchiale Tumoren, die im Röntgenbild zu Konsolidierungen führen und klinisch durch Hämoptysen auffallen. Wesentlich häufiger sind Sekundaria im Rahmen von Wilms-Tumo-

Tabelle 7

Häufige Ursachen für fokale Verdichtungen [5, 33]

Lokalisation	Ursachen
Peripher	Kugelpneumonie Pulmonales Hämatom Neoplasie Abgekapselter Pleuraerguss Mykotisches Aneurysma Pulmonalembolie Pilzinfektion Hydatide
Paramedia-stinal	Kugelpneumonie Neuroblastom Bronchogene Zyste Ösophagusduplikationszyste Neuroenterische Zyste Mykotisches Aneurysma
Paradia-phragmal	Sequester Zwerchfelleventration Basale Atelektase/ Konsolidierung Hernie Abszess
Hilär	Lymphknoten Vaskulär Mukusimpaktation

Tabelle 8

Häufige Ursachen für parenchymale, unscharf begrenzte Verdichtungen [5, 33]

Patient	Ursachen
Neugeborenes	Transiente Tachypnoe Atemnotsyndrom Neugeborenenpneumonie Mekoniumaspiration Total fehlmündende Lungenvenen (TAPVC) Lymphangiektasie Pulmonale Hämorrhagie
Alle Altersgruppen	Pneumonie (Viren, Bakterien, Mykoplasmen) Immunkompromittierter Patient (Zytomegalievirus, <i>Pneumocystis carinii</i>) Aspiration Lungenödem ARDS Zystische Fibrose Allergie Pulmonale Hämosiderose

ren, Osteo- oder Weichteilsarkomen [5]. Mediastinale Tumoren können eine intrapulmonale Pathologie vortäuschen. Mitunter beträchtliche Größe können Lymphome und Neuroblastome erreichen (Abb. 11).

Differenzialdiagnosen

Die Ursachen der pathologischen Veränderungen im Röntgenbild müssen entsprechend dem Alter unterschiedlichen Differenzialdiagnosen zugeordnet werden. Von Bedeutung ist, ob eine Veränderung ein- oder beidseitig auftritt. Die Tabellen 5, 6, 7, 8 geben einen Überblick über die mögliche Ätiologie.

Literatur

- Adams EJ, Igunotus PI (1993) Sonography of the thymus in healthy children, frequency of visualization, size and appearance. *AJR Am J Roentgenol* 161: 153–155
- Baron RL, Lee JK, Sagel SS, Peterson RR (1982) Computed tomography of the normal thymus. *Radiology* 142: 121–125
- Bettenay FAL, Campo JF de, McCrossin DB (1988) Differentiating bacterial from viral pneumonias in children. *Pediatr Radiol* 18: 453–454
- Courtroy I, Lande AE, Turner RB (1989) Accuracy of radiographic differentiation of bacterial from nonbacterial pneumonia. *Clin Pediatr* 28: 261–264
- Duncan AW (1999) Emergency chest radiology in children. In: Carty H (ed) *Emergency pediatric radiology*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 33–116
- Esposito S, Blasi F, Bellini F, Allegra L, Principi N, and the Mowgli Study Group (2001) *Mycoplasma pneumoniae* and *Chlamydia pneumoniae* infections in children with pneumonia. *Eur Respir J* 17: 241–245
- Ferwerda A, Moll HA, Groot R de (2001) Respiratory tract infections by mycoplasma pneumoniae in children: a review of diagnostic and therapeutic measures. *Eur J Pediatr* 160: 483–491
- Finder JD (1999) Understanding airway disease in infants. *Curr Probl Pediatr* 29: 65–81
- Francis IR, Glazer GM, Bookstein FL, Gross BH (1985) The thymus: reexamination of age-related changes in size and shape. *Am J Roentgenol* 145: 249–254
- Frawley PM, Habashi NM (2001) Airway pressure release ventilation: theory and practice. *AACN Clin Issues* 12: 234–246
- Griscom NT, Wohl MEB, Kirkpatrick JA (1978) Lower respiratory infections: how infants differ from adults. *Radiol Clin North Am* 16: 367–387
- Hedlund GL, Griscom T, Cleveland RH, Kirks DR (1998) Respiratory system. In: Kirks DR, Griscom NT (eds) *Practical pediatric imaging – diagnostic radiology of infants and children*, 3rd edn. Lippincott-Raven, Philadelphia, pp 619–820
- Heiskanen-Kosma T, Korppi M, Jokinen C, Kurki S, Heiskanen L, Juvonen H, Kallinen S, Stén M, Tarkkainen A, Rönberg PR, Kleemola M, Mäkelä H, Leinonen M (1998) Etiology of childhood pneumonia: serologic results of a prospective, population based study. *Pediatr Infect Dis J* 17: 986–991
- Juvén T, Mertsola J, Waris M, Leinonen M, Meurman O, Roivainen M, Eskola J, Saikku P, Ruuskanen O (2000) Etiology of community acquired pneumonia in 254 hospitalized children. *Pediatr Infect Dis J* 19: 293–298
- Kochanek KD, Smith BL, Anderson RN (2001) Deaths: preliminary data for 1999 – National Statistics Vital Report; Table 7. *NVSS* 49: 25–26
- Korppi M, Kieckara O, Heiskanen-Kosma T, Soimakallio S (1993) Comparison of radiological findings and microbial aetiology of childhood pneumonia. *Acta Paediatr* 82: 360–363
- Kramer MM, Roberts-Brauer R, Williams RL (1992) Bias and „overall“ in interpreting chest radiographs in young febrile children. *Pediatrics* 90: 11–13
- Malbye H, Dale K (1992) Interobserver variability in the radiographic diagnosis of adult outpatient pneumonia. *Acta Radiol* 33: 79–81
- Markowitz RI, Ruchelli E (1998) Pneumonia in infants and children: radiological-pathological correlation. *Semin Roentgenol* 23: 151–162
- McCracken GH Jr (2000) Etiology and treatment of pneumonia. *Pediatr Infect Dis* 19: 373–377
- McCracken GH Jr (2000) Diagnosis and management of pneumonia in children. *Pediatr Infect Dis* 19: 924–928
- Pandey MR, Daulaire NM, Starbuck ES, Houston RM, McPherson K (1991) Reduction in total under-five mortality in western Nepal through community based antimicrobial treatment of pneumonia. *Lancet* 338: 993–997
- Principi N, Esposito S, Blasi F, Allegra L, and the Mowgli Study Group (2001) Role of *Mycoplasma pneumoniae* and *Chlamydia pneumoniae* in children with community-acquired lower respiratory tract infections. *Clin Infect Dis* 32: 1281–1289
- Puig S, Hörmann M, Kuhle S, Rand T, Rebhandl W, Schaefer-Prokop C, Ponhold W (2000) Thoraxröntgen beim neonatologischen Patienten. *Radiologe* 40: 43–51
- Puig S, Hörmann M, Sandström S, Schibany N, Ponhold W (2002) Akute, nicht traumabedingte Veränderungen des unteren Respirationstraktes des Kindes im Thoraxröntgen. Erkennen und Verstehen radiologischer Veränderungen. *Radiologe* 42: 153–161
- Ruuskanen O, Mertsola J (1999) Childhood community-acquired pneumonia. *Semin Respir Infect* 14: 163–172
- Scharitzer M, Hörmann M, Puig S, Prokop M (2002) Aufnahmetechnik und Untersuchungsprotokolle beim pädiatrischen Notfall. *Radiologe* 42: 146–152
- Statistik Austria (2001) Statistik Austria. Statistisches Jahrbuch 2001/03: Gesundheit. <http://www.statistik.at>
- Statistisches Bundesamt – Robert-Koch-Institut (2001) Gesundheitsberichterstattung des Bundes – Informationssystem der Gesundheitsberichterstattung. <http://www.gbe-bund.de/>
- Stickler GB, Hoffman AD, Taylor WF (1984) Problems in the clinical and roentgenographic diagnosis of pneumonia in young children. *Clin Pediatr* 23: 398–399
- Swingler GH, Hussey GD, Zwarenstein M (1998) Randomised controlled trial of clinical outcome after chest radiograph in ambulatory acute lower-respiratory infection in children. *Lancet* 351: 404–408
- Wahlgren H, Mortenson W, Eriksson M, Finkel Y, Forsgren M (1995) Radiographic patterns and viral studies in childhood pneumonia at various ages. *Pediatr Radiol* 25: 627–630
- Weissleder R, Rieumont MJ, Wittenberg J (2002) *Kompendium der bildgebenden Diagnostik*. Springer, Wien (im Druck)
- Wubbel L, Muniz L, Ahmed A, Trujillo M, Carubelli C, McCoig C, Abramo T, Leinonen M, McCracken GH Jr (1999) Etiology and treatment of community-acquired pneumonia in ambulatory children. *Pediatr Infect Dis J* 18: 98–104