

Martin Stenzel

Optimierung der Bildqualität beim Röntgen des kindlichen Thorax

In der Neonatologie stellen Röntgenaufnahmen des Thorax neben Schädelsonographie und Echokardiographie die am häufigsten durchgeführte bildgebende Methode dar. Eine respiratorische Insuffizienz kann mehrere Ursachen haben: Neben der Unreife der Lungen bei extrem Frühgeborenen kommen Verlegungen der Atemwege mit konsekutiven Minderbelüftungen, Pneumothorax und Pleuraergüsse ursächlich in Frage. Auch die Neugeboreneninfektion mit Beteiligung der Lungen ist in die Differentialdiagnose mit einzuschließen. Seltene Ursachen für eine unzureichende Oxygenierung stellen pulmonale Sequester und kongenital zystisch-adenomatoide Malformationen (CCAM) dar. Die Thoraxaufnahme hilft nicht nur Herzgröße und -konfiguration bei Vitien zu bestimmen, sondern gibt auch Auskunft über die Lungenperfusion bei kardialen Shunts oder Gefäß- und Klappenstenosen.

Da die intensivpflichtigen Frühgeborenen nach Notwendigkeit mit Gefäßkathetern, Trachealtuben und Pleuradrainagen versorgt werden, deren korrekte Lage zumindest nach Neuanlage kontrolliert werden muss, ergibt sich hier eine zusätzliche Indikation für Röntgen-Thoraxaufnahmen.

Beim Kleinkind machen protrahierte Verläufe einer Virusinfektion und Bronchopneumonien Röntgenaufnahmen notwendig. Ausmaß der pneumonischen Infiltrate und Grad der pulmonalen Überblähung entscheiden über die kausale Therapie. Bei Verdacht auf Aspiration von Fremdkörpern – mit Auftreten weit überwiegend im Kleinkindalter – ist an Hand der Röntgenaufnahme die Belüftung der Lungen zu beurteilen. Eine einseitige Überblähung weist auf einen Fremdkörper in den ipsilateralen Luftwegen hin.

Auch wenn Krankheitsverlauf und Exazerbation einer Mukoviszidose (CF), die die häufigste genetisch determinierte Lungenerkrankung darstellt, mit der MRT/Perfusions-MRT beurteilt werden können, wird die Röntgen-Thoraxaufnahme in den CF-Zentren Deutschlands noch am häufigsten durchgeführt.

Die Besonderheit der pädiatrischen Thoraxradiologie ergibt sich aus der Notwendigkeit, diagnostisch verwertbare Aufnahmen von extrem Frühgeborenen mit einem Körpergewicht < 1000 g bis hin zu chronisch kranken Erwachsenen mit einem Gewicht > 50 kg anzufertigen. Spannungs- und Stromwerte müssen entsprechend angepasst werden. Filter und Raster sind entsprechend einzusetzen.

Zusätzlich ist auch immer die unterschiedliche Anatomie des Patienten, abhängig vom Alter, zu beachten.

Technologie

In einzelnen kinderradiologischen Einrichtungen wird noch mit Film-Folien-Systemen (FFS) gearbeitet. Dabei kommt für die Röntgen-Thoraxaufnahme die Empfindlichkeitsklasse (speed) von 800 zum Einsatz, die durch die höhere Empfindlichkeit eine Reduktion der Strahlendosis zulässt. Frühgeborenen-thoraces sind auch mit einer Empfindlichkeitsklasse von 400 zulässig, um die feine Lungenstruktur besser beurteilen zu können.

Ab einem Alter von 10 Jahren bzw. einem Thoraxdurchmesser > 15 cm ist nach den Leitlinien der Bundesärztekammer vom 23. November 2007 die Verwendung eines Streustrahlenrasters vorgeschrieben, dieses muss ein Schachtverhältnis (r) von 8 aufweisen. Die Anzahl der Installationen berücksichtigend, stellen die digitalen Radiographiesysteme mit Speicherfolie (CR) derzeit



■ Abb. 1a: Prozessierung des Röntgen-Thorax mit Agfa MUSICA



■ Abb. 1b: Prozessierung des Röntgen-Thorax mit Agfa MUSICA 2



■ Abb. 1c: Prozessierung des Röntgen-Thorax mit Agfa MUSICA2 Neonatal

den Stand der Technik dar. Die niedrigere Ortsauflösung der Systeme lässt sich über die Kontrastauflösung kompensieren. Durch eine intelligente Prozessierung der Rohdaten lässt sich der Bildeindruck für bestimmte Organsysteme und Altersgruppen optimieren (Abb. 1).

bessertes Signal-Rausch-Verhältnis erzielen lässt. Zum einen wird auf das Bindemittel der PIP verzichtet, welches zu einer höheren Dichte des Leuchtstoffes mit höherer Lichtausbeute führt. Durch das zeilenweise Auslesen der Bildinformation kann die Laserstimulation erhöht werden, es werden Unschärfen durch Nach-

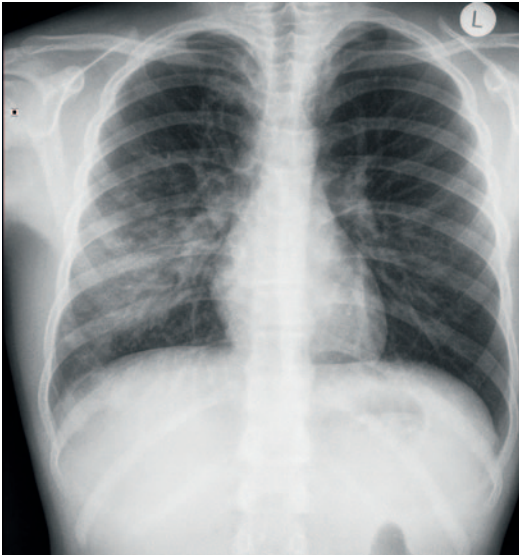
Leitlinienkonform sollte die Empfänger dosis 2,5 μGy nicht überschreiten.

Hochsensitive Speicherfolien auf Nadelkristalldetektorbasis (NIP) sind konventionellen Speicherfolien (PIP) vorzuziehen, da sich bei ihnen ein ver-

leuchteffekte deutlich reduziert. Der Quantenwirkungsgrad (DQE) ist bei NIP etwa doppelt so hoch wie bei PIP. Damit werden fast die Werte von Flachdetektoren erreicht.

Eine Erhöhung der Röhrenspannung statt der bei Säuglingen empfohlenen 60-65 kV auf 80 kV führt zu einer Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses, die Kontrastauflösung sinkt jedoch. Diese Änderung im Bildeindruck kann durch digitales Fenster, zumindest teilweise, ausgeglichen werden.

Eine Zusatzfilterung sollte zur Dosisreduktion immer verwendet werden. Nach den Empfehlungen wird diese mit 1 mm Aluminium und 0,1 mm Kupfer (bei älteren Patienten 0,2 mm Kupfer) festgelegt. Bei Frühgeborenen ist die in Relation zum Körperdurchmesser höhere Dicke der Zusatzfilter problema-



■ Abb. 2a: Rö-Thorax p. a. eines 13-jährigen Knaben mit einer Bronchopneumonie des rechten Lungenunterlappens

tisch. Durch den Kontrastverlust ist die Lungenstruktur weniger gut zu beurteilen. Eine Qualitätskompensation ist über eine Anpassung des mAs-Produktes zu erzielen.

Praktische Aspekte

Neben den technischen Parametern geht es auch um die Beachtung grundlegender Aspekte bei der Anfertigung von Röntgenaufnahmen des Thorax. Aufnahmen im Inkubator sollten nur bei einem ruhig liegenden Säugling angefertigt werden.

Bewegungsunschärfen sind auf Grund der kurzen Schaltzeiten nicht zu befürchten, die Verdrehung des Thorax in der Projektionsebene kann jedoch zu Schwierigkeiten bei der Bildinterpretation führen (Lun-

genbelüftung, Lage der Katheter, Herzgröße, etc.). Film- bzw. Detektorkassetten sollten körperwarm sein, so lässt sich ein zusätzliches Unterschieben von Isolationsmaterialien (Tüchern) vermeiden, welche den Bildeindruck ändern und zu einer zusätzlichen Strahlenabsorption führen. Gerade

bei sehr unreifen Säuglingen wird ein sogenanntes „minimal handling“ angestrebt, um eine möglichst ungestörte extrauterine Entwicklung des Kindes zu fördern. Es muss jedoch bedacht werden, dass die Benutzung eines Kassetteneinschubs am Inkubator mit einer erhöhten Dosis und/oder einer schlechteren Bildqualität verbunden ist. Seine Benutzung sollte nach Risikoabwägung möglichst vermieden werden.

Einen großen Einfluss auf die Strahlenbelastung hat die Dosisfeldgröße. Es ist konsequent auf eine optimale Einblendung des Strahlenfeldes zu achten. Eine weitere Fehlerquelle liegt in der Nichtbeachtung des Röhren-Detektor-Abstands. Dieser sollte bei 100 cm

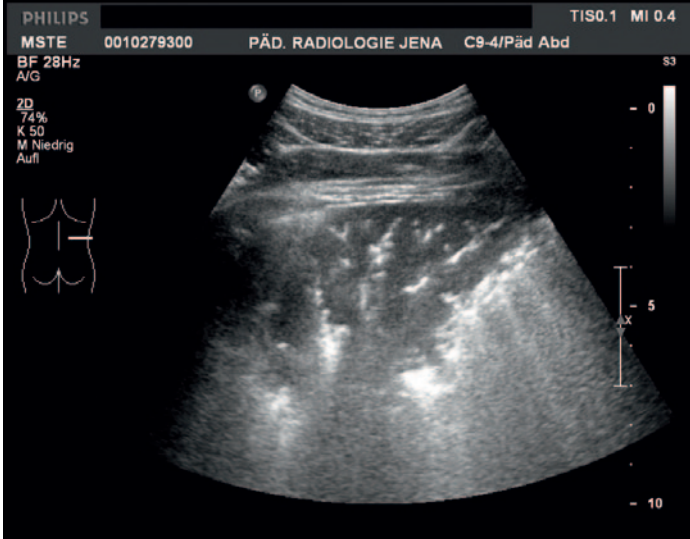
liegen. Eine Verringerung führt zu einer nichtlinearen Erhöhung der Dosis (Abstandsquadratgesetz).

In einer prägnanten Übersichtsarbeit hat K. Schneider aufgezeigt, dass das Nichtbeachten mehrerer Expositions- und Einstellungsparameter zu einer Dosissteigerung auf das bis zu 20-fache führen kann [K. Schneider. Aufnahmetechnik und Strahlenschutz im Kindesalter. Teil 1- Projektionsradiographie und Durchleuchtung. Radiologie up2date 3 (2006), DOI 10.1055/s-2006-944724].

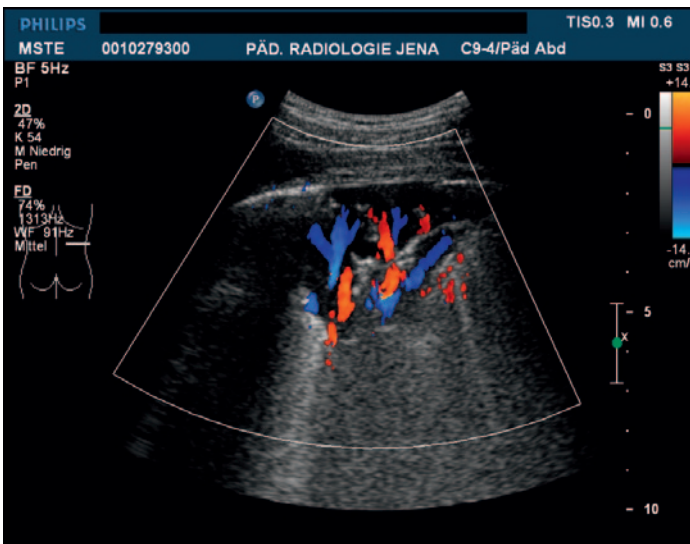
Die Röntgenthoraxaufnahme von ehemaligen frühgeborenen und reifen Säuglingen sollte bis zum vollendeten 1. Lebensjahr bzw. Gewicht von max. 12 kg in der Babix-Hülle erfolgen.

Diese erlaubt die Aufnahme ohne die Anwesenheit von Hilfspersonen im unmittelbaren Strahlungsbereich. Eine Stauchung der Lungen bei liegender Position des Säuglings mit möglicher Fehlinterpretation der Aufnahme wird darüber hinaus vermieden.

Bei Untersuchungen auf der Intensivstation sollten Katheter, Drainagen, etc. im extrakorporalen Abschnitt möglichst aus dem Nutzstrahlenfeld entfernt werden. Die Streustrahlenbelastung muss durch entsprechende Bleiabdeckungen minimiert werden. Die



■ Abb. 2b: B-Bild-Sonographie des Patienten mit peripherem Konsolidierungsareal und Nachweis multipler Aerobronchogramme



■ Abb. 2c: Duplex-Sonographie des Areals, welches bei Hyperämie eine ausgeprägte Mehrperfusion aufweist

brose etablierte Chrispin-Norman Score setzt beide Aufnahmen voraus, dennoch kann der diagnostische Nutzen der zusätzlichen seitlichen Aufnahme in Frage gestellt werden [Benden C et al. The Chrispin-Norman score in cystic fibrosis: doing away with the lateral view. Eur Respir J 2005; 26(5):894-897]. Die eingeschränkte Beurteilbarkeit der posterbasalen Lungenabschnitte in der frontalen Projektion lässt sich ggf. auch unter Zuhilfenahme der Sonographie kompensieren (Bild 2). Der diagnostische Zugewinn durch die Sonographie stellt leider weiterhin noch kein radiologisches Allgemeinwissen dar.

Die Qualität der röntgenologischen Diagnostik des Instituts bzw. der Klinik wird wesentlich durch die durchführenden Mitarbeiter bestimmt. Müssen die KinderärztInnen außerhalb der regulären Arbeitszeit Röntgenaufnahmen selbst anfertigen, so sind sie dabei von den Mitarbeitern der radiologischen Klinik zu unterstützen. Dieses geschieht unter anderem durch eine interdisziplinäre Besprechung der erhobenen Befunde, in der auch die Qualität der Aufnahmen Beachtung findet.

Röntgenaufnahmen sollten nur von geschultem und erfahrenem Personal angefertigt werden. Für MTRA-SchülerInnen und MTRA ohne entsprechende Erfahrung hat sich ein Simulationsprogramm als hilfreich erwiesen [Langen, HJ. Trainingsprogramm für MTRA zur Anfertigung von Thoraxübersichtsaufnahmen

in Inspiration bei unkooperativen Kindern. Fortschr Röntgenstr 2009; 181(3): 237-241].

Im Gegensatz zur Erwachsenenradiologie sollten Aufnahmen des Thorax im seitlichen Strahlengang Ausnahmen bleiben. Der zur Verlaufsbeurteilung bei zystischer Fi-

► OA Dr. med. Martin Stenzel
Kinderradiologie
Institut für Diagnostische
und Interventionelle Radiologie
Universitätsklinikum Jena
Erlanger Allee 101
D-07747 JENA