

Christoph M. Heyer

Strahlenschutz in der Kinderradiologie – Wie geht man praktisch vor?

Bildgebende Methoden, die auf dem Einsatz ionisierender Strahlen beruhen, gehören seit über 100 Jahren zu den wichtigsten und aussagekräftigsten Instrumenten in der Medizin. Sie sind heute in zahlreiche klinische Entscheidungsalgorithmen integriert und tragen damit in vielen Fällen maßgeblich zur raschen und effizienten Diagnosefindung bei. Größter Nachteil der Anwendung ionisierender Strahlung in der diagnostischen Radiologie ist deren potenziell schädliche Auswirkung auf biologische Systeme. Dabei existieren zahlreiche Faktoren, die die Strahlensensibilität eines Individuums determinieren. Besondere Aufmerksamkeit verdienen in diesem Zusammenhang Kinder und Jugendliche, die wegen verschiedener Charakteristika (Wachstumspotenzial, hohe Lebenserwartung, hoher Anteil an rotem Knochenmark u.a.) deutlich strahlensensibler sind als Erwachsene. Darüber hinaus sind Mädchen aufgrund der Lage ihrer Geschlechtsorgane und ihrer Brustdrüsen strahlenempfindlicher als Jungen.



■ Abb. 1: Position beim Thorax-Röntgen

Diese seit Jahrzehnten bekannten Zusammenhänge verdeutlichen die Notwendigkeit eines effektiven Strahlenschutzes in der Kinderradiologie, der jederzeit dem so genannten ALARA-Prinzip („as low as reasonably achievable“) Rechnung tragen muss. §23 (1) der Rönt-

genverordnung schreibt vor, dass „Röntgenstrahlung ... unmittelbar am Menschen ... nur angewendet werden darf, wenn eine Person ... hierfür die rechtfertigende Indikation gestellt hat.“ Dabei hat „der die rechtfertigende Indikation stellende Arzt vor der Anwendung ...

die verfügbaren Informationen über bisherige medizinische Erkenntnisse heranzuziehen, um jede unnötige Strahlenexposition zu vermeiden.“ Diese Vorschriften sind für die Applikation ionisierender Strahlen am kindlichen Organismus von erheblicher Relevanz, da dem Strahlenschutz hier eine große übergeordnete Bedeutung zugesprochen wird. Praktisch ist demnach bei jeder geplanten Röntgen- oder CT-Untersuchung sorgfältig zu prüfen, ob diese vor dem Hintergrund der Fragestellung tatsächlich gerechtfertigt ist oder durch eine andere bildgebende Methode ersetzt werden kann. Gerade bei kinderradiologischen Fragestellungen ist heute in vielen Fällen die Anwendung der Sonographie oder der Kernspintomographie indiziert, um zu einer abschließenden Diagnose zu gelangen. Dies gilt etwa für einen Groß-



■ Abb. 2: Röntgen des Beckens: Gonadenschutz ist wichtig!

teil aller das zentrale Nervensystem oder die Abdominalorgane betreffenden Fragestellungen. In jüngster Zeit sind darüber hinaus erfolgreiche Ansätze verwirklicht worden, beide Methoden auch in der Traumatologie und bei der Diagnostik thorakaler Erkrankungen sinnvoll einzusetzen. Wenn die Anwendung eines bildgebenden Verfahrens mit ionisierender Strahlung bei einem Kind geplant und indiziert ist, sollten dem zuständigen Radiologen möglichst umfassende Angaben zur Vorgeschichte und zur aktuellen Symptomatik des Patienten vorliegen. Diese sind dabei nicht nur Grundvoraussetzung für die Erstellung eines aussagekräftigen Befundes sondern essenziell für die Planung der technischen Durchführung der Untersuchung. Leider wird diese Forderung aus unterschiedlichen Gründen (Zeitdruck, mangelhafte Kommunikation etc.) bislang praktisch nur unzureichend umgesetzt. Dabei liegt gerade in der intensiven Kommunikation zwischen

zuweisendem Arzt und Radiologen ein großes Potenzial, bildgebende Diagnostik unter strahlenhygienischen Gesichtspunkten sinnvoller und effizienter anzuwenden.

Im Falle einer geplanten Röntgenuntersuchung beim Kind sollte konventionellen Verfahren gegenüber strahlenintensiven Methoden (Durchleuchtung, Computertomographie) prinzipiell der Vorzug gegeben und die Anwendung letzterer sehr genau indiziert werden. In vielen Situationen – etwa bei der Initialdiagnostik thorakaler Erkrankungen oder bei der Frakturdiagnostik – lässt sich mit Einsatz der relativ dosisarmen konventionellen Radiographie eine endgültige und damit für die Therapieplanung ausreichende Diagnose erzielen. Aufgrund der enormen technischen Entwicklung der Computertomographie ist in den vergangenen Jahrzehnten leider ein Trend zu beobachten, dieses Verfahren frühzeitig auch bei vermeintlich einfa-

chen Fragestellungen im Kindesalter einzusetzen. Diese Entwicklung hat insofern große Relevanz, als dass die unkritische Anwendung der Computertomographie bei Kindern zu ausgesprochen hohen Effektivdosen führen kann, die die Dosis konventioneller Röntgenaufnahmen um das Mehrhundertfache übersteigt. So kann etwa die Effektivdosis einer Thorax-CT beim Säugling ohne individuelle Dosisanpassung Werte von bis zu 30 mSv erreichen (zum Vergleich: Dosis einer Röntgenthoraxaufnahme 0,01 mSv). Aus mehreren Studien ist heute bekannt, dass die durch die Computertomographie verursachte Strahlendosis das Risiko für die Entwicklung einer malignen Erkrankung signifikant erhöht. Im Februar 2001 erschien eine amerikanische Publikation, die statistische Berechnungen bezüglich des Einsatzes ionisierender Strahlung im Kindesalter und deren Auswirkungen auf das Lebenszeitrisko präsentierte. Die Autoren errechneten für eine CT bei einem einjährigen Kind ein Risiko von 0,07 bis 0,18%, an einem strahleninduzierten Malignom zu versterben, was in den U.S.A. zu geschätzten 500 jährlichen Todesfällen bei 600.000 Abdomen- und Schädel-CT-Untersuchungen im Kindesalter führen würde. Diese Zahlen zeigen, dass die Indikationsstellung zur Computertomographie bei Kindern und Jugendlichen mehr denn je sorgfältig abzuwägen ist und Niedrigdosisprotokollen eine



■ *Abb. 3: Korrekte Position der Patienten beim Röntgen der Hand (Skeletalterbestimmung).*

größere Aufmerksamkeit zuteil werden muss, um unnötige Strahlenexpositionen zu vermeiden.

Vor der Durchführung einer Röntgenanwendung beim Kind sollte immer sorgfältig geprüft werden, ob Voruntersuchungen vorliegen. Mit einer gezielten Befragung der Eltern und/oder der zuweisenden Ärzte lassen sich damit unnötige Wiederholungsuntersuchungen vermeiden. Auch hier liegt sicher ein großes, bislang noch nicht vollständig ausgeschöpftes Potenzial, Strahlendosen effektiv zu begrenzen. Schließlich sind bei Kindern und Jugendlichen Röntgen- und CT-Untersuchungen kontraindiziert, wenn Änderungen der Befunde nach initiiertem Therapie noch nicht zu erwarten sind (Beispiel: nicht abgeschlossene Frakturheilung) bzw. wenn die erhobenen Bildbefunde keinen Einfluss auf die therapeutischen Entscheidungen haben (Beispiel: Dokumentation eines unauffälligen Röntgenbefundes bei

akzidentellem Herzgeräusch). Auch die routinemäßige Anfertigung präoperativer Thoraxaufnahmen vor elektiven Eingriffen bei ansonsten gesunden Kindern sollte aus strahlenhygienischer Sicht unterbleiben. Für Röntgenthoraxaufnahmen ist zudem die für Kinder seitens der „Leitlinien der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Röntgendiagnostik“ wichtige Regelung zu berücksichtigen, dass „seitliche Thoraxaufnahmen nur bei besonderen Fragestellungen und nach Auswertung der a.p./p.a.-Aufnahmen“ angefertigt werden sollen.

Diese Maßgabe ist insofern von großer strahlenhygienischer Bedeutung, als dass die Dosis einer Röntgenthoraxaufnahme im seitlichen Strahlengang aufgrund der Belichtungsparameter und der damit verbundenen Brustdrüsenexposition deutlich höher ist als die einer p.a.- oder a.p.-Aufnahme. Bei der Durchführung einer Röntgenuntersuchung beim Kind haben der Typ

des Röntgengerätes, die Aufnahme-technik, das bildempfangende System und die Weiterverarbeitung der Bilddaten entscheidenden Einfluss auf die Strahlenexposition. Für die Aufnahmetechnik ist zu berücksichtigen, dass die Feldgröße dezidiert auf die Fragestellung und das kindliche Körpervolumen ausgerichtet wird.

Dabei sind unnötig große Röntgenfelder – bedingt durch unklare Fragestellungen, fehlerhafte Justage des Lichtvisiers, ungenügende Fixierung des Patienten oder Fehleinschätzungen der kindlichen Anatomie mit zu großzügigem Aufblenden – immer zu vermeiden. Darüber hinaus führen zu große Felder zu eingeschränkter Bildqualität aufgrund der zunehmenden Streustrahlung. Für die Röhrenspannung gilt, dass höhere Spannungen den Anteil der Streustrahlung reduzieren und damit die Gesamtdosis senken. Praktisch sollten für Thoraxaufnahmen bei kleinen Kindern Werte von 60 kV nicht unterschritten werden. Ein weiterer effektiver Ansatz zur Doseinsparung liegt in der Anwendung von Filtern. Für Aufnahmen der Brustorgane und der Extremitäten werden heute 1 mm Aluminium- und 0,1 mm Kupferfilter empfohlen. Darüber hinaus sollten bei Neugeborenen und Säuglingen Zusatzfilter eingesetzt werden, die zu einer erheblichen Reduktion der Brust- und Schilddrüsendosis führen. Bezüglich des bildempfan-

genden Systems sollten heute nach Möglichkeit digitale Speicherfolien oder Flachdetektoren eingesetzt werden, da diese eine erhebliche bessere Dosisausbeute als konventionelle Film-Folien-Systeme und damit einen sehr effektiven Beitrag zum Strahlenschutz bieten.

Auch für Durchleuchtungsuntersuchungen in der Pädiatrie sind in den vergangenen Jahren zahlreiche technische Verbesserungen eingeführt worden, die die Strahlendosis erheblich reduzieren können. Zu diesen gehört die gepulste Durchleuchtung, die die effektive Durchleuchtungszeit minimiert und so Einspareffekte bis 90% ermöglicht. Auch Funktionen wie „last image hold“ und „frame grabber“ sowie die Anwendung der digitalen Fluoroskopie haben beträchtlichen Einfluss auf die Dosis. Darüber hinaus sind in den vergangenen Jahren Ansätze verfolgt worden, „klassische“ Durchleuchtungsuntersuchungen bei Kindern wie die MCU zur Refluxdiagnostik durch die kontrastmittelunterstützte Sonographie zu ersetzen und damit ebenfalls einen Beitrag zum Strahlenschutz zu leisten.

Bei allen Röntgenuntersuchungen sollten schließlich gezielte Maßnahmen ergriffen werden, die besonders strahlensensiblen Organe wie Keimdrüsen, Schilddrüse und Brustgewebe zu schützen. Praktisch bedeutet dies eine Abschirmung



■ *Abb. 4: Ein Trick aus der Praxis der sich bewährt hat. Die Mundposition beim Röntgen der HWS wird – ganz praktisch – durch einen Korken fixiert.*

durch patientennah am Feldrand positionierte Bleigummiabdeckungen. Darüber kann die Strahlendosis bei abdominellen Untersuchungen durch gezielte Kompression und damit Minderung des Patientenvolumens reduziert werden. Ein einfacher Weg zur abdominellen Kompression besteht in der Positionierung des Patienten Bauchlage.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Bildgebung bei Kindern heute als elementarer Bestandteil der Diagnostik nicht mehr wegzudenken ist. Aufgrund der im Vergleich zu Erwachsenen erheblich höheren Strahlensensibilität von Kindern sind jedoch – im Sinne des ALARA-Prinzips – strenge Anforderungen an einen effektiven Strahlenschutz zu stellen. Dieser beginnt bereits bei der sorgfältigen Indikationsstellung und bei der

Auswahl eines geeigneten bildgebenden Verfahrens und hat darüber hinaus großen Einfluss auf die Durchführung einer Untersuchung. Dabei sind die oben aufgeführten Überlegungen zu berücksichtigen, um unnötige Strahlenexpositionen der Kinder zu vermeiden.

Die Bilder in diesem Beitrag wurden freundlicherweise durch OA Dr. Stenzel/ Kinderradiologie der Universitätsklinik Jena zur Verfügung gestellt.

► PD Dr. med. Christoph Heyer
Institut für Diagnostische Radiologie,
Interventionelle Radiologie und
Nuklearmedizin - Kinderradiologie
Berufsgenossenschaftliches
Univ.-Klinikum Bergmannsheil GmbH
Klinikum der Ruhr-Univ. Bochum
Bürkle-de-la-Champ Platz 1
D-44789 BOCHUM