



■ Röntgenaufnahme bei einem Baby im von Haunerschen Kinderspital der Universität München

Karl Schneider, Birgit Kammer

Moderne Röntgendurchleuchtung – wie profitieren Patienten davon

Durchleuchtungen machen zwar nur einen geringen Anteil der Untersuchungen in der Kinderradiologie aus, sind aber wegen der möglichen Strahlenbelastung für den kleinen Patienten von großer Bedeutung. So ist die Strahlenexposition einer Durchleuchtungsuntersuchung der Harnblase zum Ausschluss von Fehlbildungen der Harnwege mit nicht an Kinder angepassten Röntgengeräten um den Faktor 10 höher als eine Röntgenaufnahme des Bauchs in einer Ebene. (Tabelle 1)

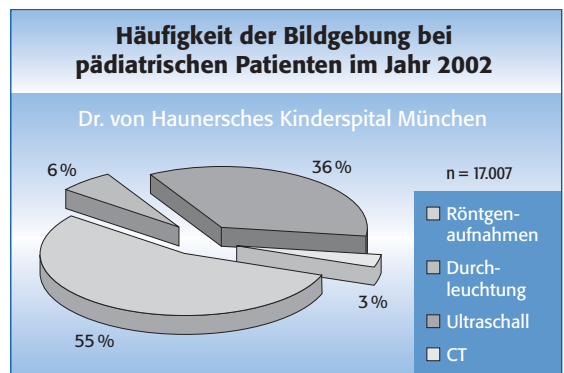
In unserer Abteilung liegen die Zahlen der Durchleuchtungsuntersuchungen seit Jahren relativ konstant bei 6% der Gesamtuntersuchungen (Abb.1). Seit einigen Jahren

beobachten wir aber zwei Trends, welche diese Zahlen gegenläufig beeinflussen. So haben wir durch strengere Patientenauswahl, auch Indikationsstellung genannt, die Durch-

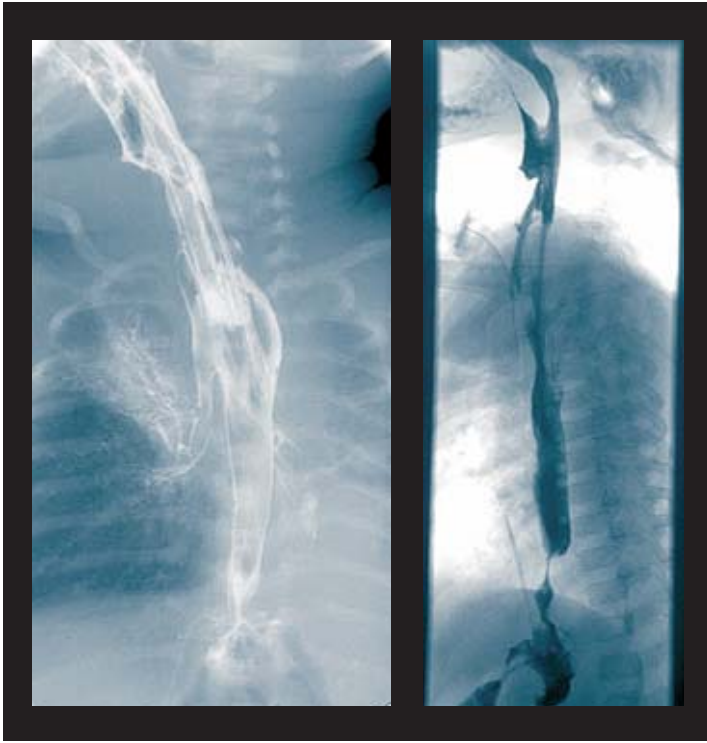
leuchtungszahlen deutlich reduzieren können – am stärksten Anfang der 80er Jahre – so ist z. B. typisches Bettnässen für uns seit mehr als 15 Jahren keine Indikation

Effektive Dosis bei pädiatrischen Röntgenuntersuchungen	
Untersuchung	Effektivdosis (m Sv)
Thorax ap/pa	0,001
Abdomen ap	0,1
Obere MDP	0,7
MCU	1,0
CT Abdomen	10,0

■ Tab. 1: Effektive Äquivalenzdosis bei verschiedenen radiologischen Untersuchungen für das 5 Jahre alte Kind.



■ Abb. 1: Diagnostische Untersuchungen in der Abteilung Radiologie im Jahr 2002



■ *Abb. 2: Prä- und postoperative Aufnahmen der Speiseröhre.
Vor Op. Aspiration von Kontrastmittel in die Bronchien und rechte Lunge.*

zum „Blasen-Harnröhren-Röntgen“. Andererseits sind wir aber gezwungen, zum Beispiel bei komplizierten Missbildungen, z.B. Darmfehlbildungen oder Anomalien der unteren Harnwege und eventueller Verbindungen zum Darm und den inneren Genitalien mehr Durchleuchtungen durchzuführen, da durch verbesserte Intensivpflege und Operationstechniken viele Patienten überleben können. Diese schwerwiegenden Erkrankungen, welche gelegentlich schon im Ultraschall vor der Geburt erkannt werden, müssen vor einem geplanten operativen Eingriff genauestens abgeklärt werden. Da solche schweren Erkrankungen häufig mehrfach operiert werden müssen, ergibt sich zwangsläufig, dass die Zahl vor

allem komplexer Durchleuchtungen in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat.

Beispielhaft sei hier eine besonders schwere Erkrankung ausgewählt, welche nur durch sofortige Intensivmaßnahmen und Operation behandelt werden kann. Abb. 2 zeigt eine besonders schwere Fehlbildung des Kehlkopfs, der Luftröhre und der Speiseröhre vor und nach mehreren Operationen. Die Luftröhre hat sich auf die ganze Länge nicht von der Speiseröhre getrennt. Die Hauptbronchien gingen ebenfalls noch von der gemeinsamen Luft-/Speiseröhre ab. Ferner war die linke Lunge extrem unterentwickelt und ohne Funktion für den Gasaustausch. Dieses Neuge-

borene konnte durch den dauernden Einsatz unserer Chirurgischen Intensivstation (Leiterin: Oberärztin Frau Dr. Lochbühler), durch sofortige Luftröhrenspiegelung nach Aufnahme (Prof. Dr. Nicolai) und durch mehrere Operationen, welche Prof. Joppich (emer. Direktor der Kinderchirurgischen Klinik) durchführte, gerettet werden (Abb. 2). Bei diesem Patienten waren insgesamt 10 Durchleuchtungen und 3 CTs notwendig. Dieser Patient lebt heute zuhause mit nur noch einer Lunge und einer Luftröhrenkanüle. Ohne präoperative Röntgendiagnostik, insbesondere durch die Ergebnisse ganz genauer Durchleuchtungen, und ohne Operationen hätte der Patient eine so schwere Fehlbildung nicht überleben können.

Erschwerend kommt bei Durchleuchtungsuntersuchungen bei pädiatrischen Patienten hinzu, – und leider ist dies wenig bekannt – dass wir fast alle Untersuchungen am wachen Kind durchführen müssen, um die krankhaften Befunde nicht unter Medikamenten-/Narkoseeinfluss zu erheben, sondern diese unter möglichst physiologischen Bedingungen (normale Druckverhältnisse im Bauchraum, normaler Miktionsdruck, normale Darmtätigkeit etc.) abzubilden und den Patienten durch Ausschaltung wichtiger Schutzreflexe, vor allem bei Untersuchungen der Speiseröhre und des Magens nicht zu gefährden. Diese Tatsache ist vielen Kol-

legen, die solche Untersuchungen anfordern, und natürlich auch den Eltern häufig gar nicht bewusst.

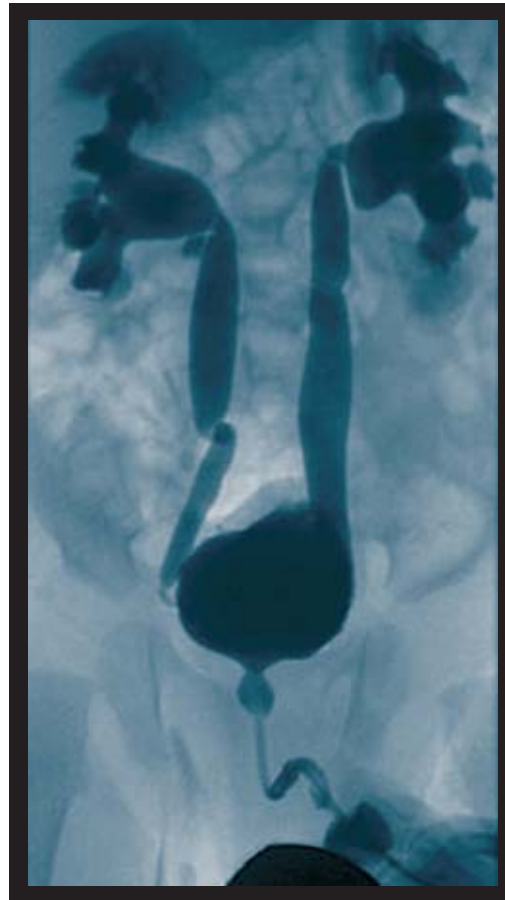
Da 80% unserer Patienten altersbedingt nicht kooperieren können, sind diese Untersuchungen technisch viel schwieriger als zum Beispiel bei älteren Kindern und erwachsenen Patienten (Grenzalter der vollen Kooperationsfähigkeit ist das 8. Lebensjahr). Leider wird ein derartiger zeitlicher und personeller Aufwand bei kindlichen Durchleuchtungsuntersuchungen nicht durch eine angemessene Vergütung in unserem Gesundheitssystem entlohnt! Zum Teil liegt es daran, dass gar keine Abrechnungsziffern vorhanden sind. Im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern, in denen es für die Röntgendiagnostik bei Kindern durch Spezialisten einen so genannten „Kinderzuschlag“ gibt, sind wir derzeit weit davon entfernt, einen solchen Zuschlag einfordern zu können.

Bei einfachen Durchleuchtungsuntersuchungen klären wir die Eltern über den Ablauf der Untersuchung genau auf. Auf diese Weise können wir die für das Kind wichtigen Bezugspersonen, meist die Eltern, in die Durchleuchtungsuntersuchungen einbeziehen, so dass sie den Patienten halten und beruhigen können. Ferner darf man nicht vergessen, dass wir unsere Untersuchungen in einem leicht abgedunkelten Röntgenraum durchführen,

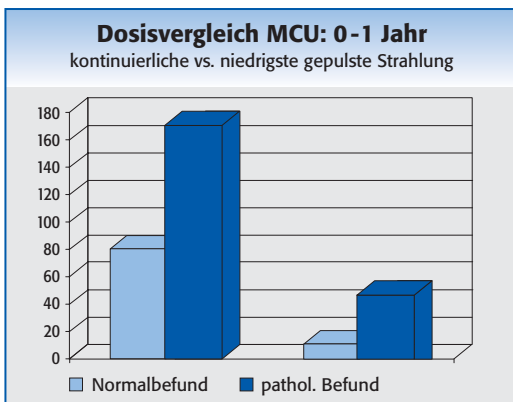
was die Angst der kleinen Patienten häufig wesentlich verstärkt. Wir haben in unserer Abteilung aber auch Kinderkrankenschwestern und auch speziell erfahrene Röntgenassistentinnen, welche für besonders schwierige Untersuchungen zur Verfügung stehen. Komplexe Untersuchungen werden ausschließlich mit medizinischem Fachpersonal (Kinderkrankenschwester, Kinderanästhesie, Intensivarzt, MTAR) durchgeführt. All dies hat sehr große Bedeutung, da durch dieses erfahrene Assistenzpersonal die kindliche Angst verringert werden kann. Diese Beruhigungsmaßnahmen haben einen dreifach positiven Effekt:

Erstens nimmt die Bestrahlungszeit für den Patienten ab, zweitens können bessere Bilder angefertigt werden, da die Patienten sich weniger stark bewegen, drittens verringert sich die gesamte Untersuchungszeit. Das Problem der Bewegungsunschärfe in den Zielaufnahmen ist durch modernste Technik der Durchleuchtungsgeräte weitgehend gelöst, da durch sehr kurze Schalttechnik – gepulste Strahlung – die Bilder fast immer scharf werden und damit auch

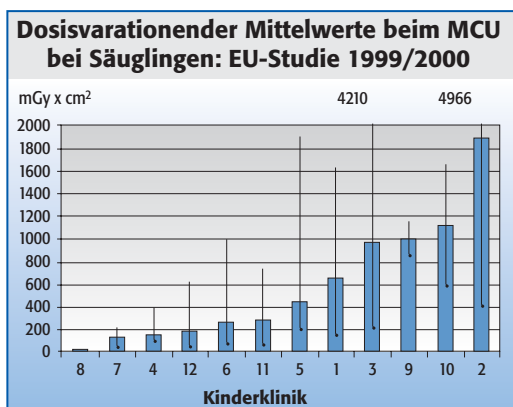
durch Kinderärzte und Kinderchirurgen beurteilt und in deren Therapieentscheidungen einbezogen werden können. Wie stark durch die gepulste Strahlung die Strahlenbelastung für den Patienten zurückgegangen ist zeigt Abb.3. Bei der häufigsten Durchleuchtungsuntersuchung, dem „Blasenröntgen“ zum Nachweis eines Rückflusses des Urins aus der Harnblase in den Harnleiter und weiter nach oben in das Nierenbecken und die Nierenkelche, hat die Dosis um bis zu 90%



■ Abb. 3: Massiver Reflux und intrarenaler Reflux beidseits.



■ Abb. 4: Dramatischer Dosisrückgang beim MCU



■ Abb. 5: Extreme Streuung der Durchleuchtungsdosis beim MCU in europäischen Kinderkliniken

abgenommen (Abb. 4). Dies ist deshalb von so großer Bedeutung, da gerade bei diesen Untersuchungen strahlenempfindliche Organe, z.B. die inneren Geschlechtsorgane und rotes Knochenmark im Beckenbereich der Röntgenstrahlung ausgesetzt werden. Hauptgrund für die starke Dosisreduzierung ist die Abnahme der effektiven Durchleuchtungszeit, welche häufig unter 10 Sek. liegt. In einer im Jahr 2000 vergleichenden Studie von 12 europä-

wir durch Vergleich mit den alten Messwerten nachweisen, dass die Dosis von 1976 bis 1984 um ca. 50% und seit 1997 um noch einmal um 90% gegenüber dem Jahr 1984 zurückgegangen ist.

Trotz dieser Dosisreduzierung gibt es noch Untersuchungen, bei denen wir eine beträchtliche Strahlenbelastung für unsere kindlichen Patienten in Kauf nehmen müssen. Dies sind Untersuchungen, bei denen wir

ischen Kinderkliniken liegen wir mit unserer Untersuchungstechnik und unserer speziell für Kinder optimierten Durchleuchtungsgerät heute sogar noch niedriger als die Klinik, welche mit „gepulster Durchleuchtung“ damals den niedrigsten Wert hatte (Abb.5). Da wir seit 1976 – vermutlich als einzige Klinik in Europa – fortlaufend (siehe Artikel I) die Dosis bei allen Durchleuchtungen aufgezeichnet haben, können

eine hohe Kontrastauflösung benötigen, um feinste Details, zum Beispiel ganz dünne Gefäße bzw. Gefäßverschlüsse bei sehr feinen Blutgefäßen, nachweisen zu können. Als Beispiel sei hier eine Gefäßdarstellung der Arterien der unteren Extremität bei einem sehr unreifen Frühgeborenen, mit einem Geburtsgewicht von 970 g, genannt. Dieser Patient hat leider infolge einer zur intensivmedizinischen Überwachung notwendigen arteriellen Druckmessung einen Verschluss der Bein- und Beckenarterie erlitten. Durch spezielle Subtraktionstechnik ist es selbst in solchen Extremsituationen möglich, nach einer raschen Injektion des Kontrastmittels in die obere Hohlvene die arteriellen Gefäße bei einem so kleinen Frühgeborenen darzustellen (Abb.6).

Schließlich wird die Durchleuchtung auch bei radiologischen Interventionen, das sind mit Unterstützung der Durchleuchtung durchgeführte Punktionen, Biopsien und therapeutischen Maßnahmen, genutzt, womit Operationen vermieden werden. Sogar bei Neugeborenen kann z. B. zähes Kindspech ohne Operation aus dem unreifen winzig kleinen Dickdarm herausgelöst werden. Hierbei wird unter Durchleuchtungskontrolle sehr vorsichtig ein schonender Reinigungseinlauf durch ein spezielles Röntgenkontrastmittel vorgenommen (Abb. 7). Auch bei der Invagination, Einstülpung des Dünn- in den Dickdarm,



■ *Abb. 6: Gefäßdarstellung bei einem Frühgeborenen mit 970 g. Verschuß der rechten Becken- und Beinarterie.*



■ *Abb. 7: Mikrocolon bei einem reifen Neugeborenen. Angeborener Verschuß des unteren Dünndarms*

kann durch Zurückschieben des eingestülpten Dünndarms der Darmverschluss ohne Operation gelöst werden. Dies gelingt bei ca. 80% der Patienten. Bei dieser Intervention ist es besonders wichtig, dass ei-

ne dosisreduzierte Durchleuchtungstechnik mit niedriger Pulsrate eingesetzt werden kann. Abschließend kann festgestellt werden, dass von technischer Seite die beiden Medizin-Gerätehersteller, die Firma Philips Medizinsysteme AG (Hamburg) und die Siemens AG (Erlangen), die meisten Forderungen von pädiatrisch radiologischer Seite bezüglich Bildqualität und Dosis technisch gelöst haben. Beim Zuhörer, dies betrifft z.B. sichere Sitze am aufgerichteten Durchleuchtungsgerät, bessere Haltegriffe etc., gibt es noch Wünsche für kindgerechte Lösungen, welche dem Kind einen gewissen Komfort und Sicherheit vermitteln.

Wir können unseren Patienten und den Eltern zusichern, dass wir uns bemühen, die ärztliche Untersuchungstechnik auf einem möglichst hohen Qualitätsniveau zu halten. Die entscheidende Untersuchung in der Radiologie, bei welcher Geschick und persönliche Erfahrung von größter Bedeutung sind, ist zweifelsohne die Durchleuchtung. Eine niedrige Patientendosis nur durch extrem kurze Durchleuchtungszeiten und möglichst wenige, oft leider sehr

schlechte Bilder zu erreichen, ist der falsche Weg des radiologischen „Minimalismus“. Dies geht häufig zu Lasten der Diagnosesicherheit.

Das aber heißt nicht, dass ein diagnostischer „Overkill“ stattfinden soll. Wir streben eine optimierte Diagnostik an, d.h. bestmögliche Bildqualität bei möglichst niedriger Dosis. Dies bedeutet aber auch eine genaue Dosis- Aufzeichnung und natürlich die technische Überprüfung der Anlage, welche nach den gesetzlichen Bestimmungen einmal im Monat durchgeführt wird. Die richtige Indikationsstellung, die genaue Fragestellungen der anfordernden Ärztinnen/Ärzte und bei postoperativen Durchleuchtungsuntersuchungen eine möglichst umfassende Information über alle relevanten Befunde inklusive der durchgeführten Operationen, sind entscheidende Voraussetzung für ein gutes Ergebnis der Durchleuchtung. Denn unsere Untersuchungen sind kein Selbstzweck, sondern sollen die Kollegen in der Pädiatrie und Kinderchirurgie in die Lage versetzen, die richtigen Entscheidungen für die Patienten zu treffen.

▶ Prof. Dr. med. Karl Schneider,
Dr. med. Birgit Kammer,
Dr. von Haunersches Kinderspital
der LMU München
Pädiatrische Radiologie
Lindwurmstr. 4
D-80337 München