

Der Urologe

Organ der Deutschen Gesellschaft für Urologie
Organ des Berufsverbandes der Deutschen Urologen

Elektronischer Sonderdruck für

E. Lellig

Ein Service von Springer Medizin

Urologe 2015 · 54:956–962 · DOI 10.1007/s00120-015-3853-9

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

E. Lellig · J. Straub · M. Riccabona

Bildgebung in der Kinderurologie

Diese PDF-Datei darf ausschließlich für nichtkommerzielle Zwecke verwendet werden und ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen – hierzu zählen auch soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Austauschplattformen.

Bildgebung in der Kinderurologie

Die Fortschritte in der Entwicklung der bildgebenden Verfahren der vergangenen Jahre hatten einen signifikanten Einfluss auf die pädiatrische Uroradiologie. Neues Wissen sowie neue Erkenntnisse haben dazu geführt, dass Untersuchungen mit Strahlenbelastung heutzutage viel bewusster eingesetzt werden. Sonographie und Magnetresonanztomographie (MRT) spielen dadurch eine zunehmende Rolle. Die größten Fortschritte wurden im Bereich der Ultraschalldiagnostik erreicht. Hier hat sich nicht nur die Bildqualität verbessert, sondern es wurden auch neue Anwendungen wie 3D-/4D-Ultraschall und kontrastmittelgestützte Miktionssonourethrographie (MSU) entwickelt und etabliert.

Dieser Artikel fasst die wichtigsten Verfahren der pädiatrischen Bildgebung zusammen und gibt Empfehlungen für die Indikationsstellung der jeweiligen Untersuchungen.

Sonographie

Die Sonographie stellt eine Basisuntersuchungsmethode in unserem Arbeitsalltag dar und ist aus der kinderurologischen Bildgebung nicht mehr wegzudenken. Zudem wird sie seit langem nicht nur als eine orientierende Untersuchung angesehen, sondern wird auch zur präzisen Diagnosestellung bei bestimmten Krankheiten angewendet.

Im Rahmen einer orientierenden sonographischen Untersuchung soll der gesamte Harntrakt beurteilt werden – Harnblase, Ureteren, Nierenbeckenkelchsystem. Bei der Beurteilung der Nieren ist auf de-

ren Größe, Lage und Parenchyembreite zu achten. Die Mitbeurteilung umliegender Strukturen wie z. B. Rektumampulle, perivesikaler Raum und reproduktive Organe ist ebenfalls von großer Bedeutung. Alle Organabschnitte müssen in Längs- und Querschnitten beurteilt werden.

Mithilfe von Ultraschall können die wichtigsten und häufigsten Anomalien bzw. Fehlbildungen entdeckt, Beschwerden oder Symptome geklärt und Diagnosen wie z. B. Doppelnieren, Megaureter, Urolithiasis, Hydronephrose, vesikoureteraler Reflux (VUR), Blasenentleerungsstörung (BES) und Tumoren gestellt werden.

☒ **Eine wichtige Voraussetzung für eine gute Bildqualität ist die adäquate Untersuchungsdurchführung.**

Das Kind muss ausreichend hydriert vorstellig werden. Die Beurteilung der Harnblase erfolgt vor und nach Miktion. Der untersuchende Arzt muss mit den altersabhängigen Normwerten vertraut sein. Außerdem ist die Verwendung moderner Methoden sehr wichtig.

Aufgrund der eingeschränkten Kooperationsmöglichkeit des Kindes muss während der Untersuchung auf Folgendes geachtet werden: Anwesenheit eines Elternteils oder einer Bezugsperson, warme Raumtemperatur, vorgewärmtes Ultraschallgel, ausreichend Spielzeug und Kinderbücher, Wickelmöglichkeiten im Raum etc. Der Ultraschallkopf gleitet sanft von Organ zu Organ, ohne dass der Kontakt zur Haut des Kindes zwischen durch unterbrochen wird. Dies gibt v. a. Babys und kleinen Kindern oft das angenehme Gefühl einer Massage. Ein unnötig starker Druck, besonders in schmerz-

empfindlichen Regionen, soll vermieden werden. Bei den Anweisungen muss das Alter des Kindes berücksichtigt und die Sätze ggf. in der Kindersprache formuliert werden.

Moderne Techniken

Wie auch bei den Erwachsenen sind viele neue moderne Ultraschalltechniken in der Kinderurologie zur Routine geworden.

Dopplerultraschall

Mittels Dopplerultraschall kann ein Ureterjet zur Lokalisation der Harnleiterostien dargestellt werden. Zudem können auch akzessorische Polgefäße als mögliche Ursache für extrinsische subpelvine Stenose nachgewiesen werden. Noch ein wichtiges Einsatzgebiet für den Dopplerultraschall ist das akute Skrotum. Hier kann zwischen einer Hodentorsion und einem entzündlichen Prozess unterschieden werden.

Verschiedene Arten von Dopplertechniken sind im Laufe der letzten Jahre ein wichtiger Bestandteil der Ultraschalldiagnostik geworden:

Farbdopplerultraschall (CDS, „colour doppler sonography“). Der CDS ist ein Powerdoppler (PWD) aus mehreren Ultraschallstrahlen nebeneinander und gibt einen schnellen und umfassenden Überblick über die Anatomie der Gefäße. Mit modernen Geräten mit hoher Sensitivität erlaubt diese Technik auch eine gute Beurteilung der Perfusion des Nierenparenchyms. Steine der Harnwege sowie Papillenverkalkungen können ebenfalls hervorragend dargestellt werden. Das Si-

gnal entsteht dabei durch die Vibration der Steinkristalle. Ein ähnliches Erscheinungsbild kann durch einen turbulenten Blutfluss wie z. B. bei einer Arterienstenose oder einer arteriovenösen (AV-)Fistel ausgelöst werden. Zudem ist diese Methode für die Darstellung eines Ureterjets geeignet.

Duplexsonographie (DDS, „duplex doppler sonography“). Als DDS wird die gleichzeitige Anwendung von B-Mode und Spektraldoppler bezeichnet. Der Blutfluss innerhalb eines Blutgefäßes weist verschiedene Fließgeschwindigkeiten auf. Die Fließgeschwindigkeit des Blutes ist in der Gefäßmitte höher als am Gefäßrand. Besonders geeignet ist die Methode für die Beurteilung von Nierenvenenthrombose, zum Nachweis bzw. Ausschluss einer Verengung der A. renalis, sowie zur Darstellung von Veränderungen der Gefäßwand.

Powerdoppler (PWD). Der PWD misst Intensitäten (Amplituden) auf der Grundlage des Doppler-Shifts. Dabei wird der Energiegehalt des Signals dargestellt, Geschwindigkeiten können mit dem PWD nicht gemessen werden. Der PWD kommt zunehmend zur Detektion infektbedingter Nierenschäden in Betracht.

Drei- (3DUS) und vierdimensionaler Ultraschall (4DSU). Der 3DUS erlaubt eine multiaxiale Betrachtungsweise der Organe sowie unterschiedliche Rekonstruktionsmöglichkeiten. Diese Untersuchung eignet sich für eine genaue seitentrennte Volumetrie des Nierenparenchyms, v. a. bei den Nieren mit unregelmäßigen Parenchymkonturen oder mit begleitender Hydronephrose (■ Abb. 1). In solchen Fällen werden zunächst die Konturen der Niere nachgezeichnet, dann wird das Volumen des dilatierten Nierenbeckenkelchsystems von dem Gesamtvolumen der Niere abgezogen. Die Genauigkeit dieser Methode grenzt dabei an die der Szintigraphie und der MRT [2]. Des Weiteren ermöglicht der 3DUS die Durchführung einer virtuellen Zystoskopie. Dabei kann die gesamte Innenoberfläche der Harnblase beurteilt werden [3, 4]. Der 4DUS gehört zu den neuesten Technologien und ist ein „Real-time-3DUS“. Die 4D-Bilder entstehen durch die

extrem schnelle Aufnahme der Daten, dabei werden die aufeinanderfolgenden Bilder in Echtzeit rekonstruiert.

Miktionszystourethrogramm und Miktionssonourethographie

Beim ersten Miktionszystourethrogramm (MCU) zum Nachweis bzw. Ausschluss eines vesikoureteralen Refluxes ist ein konventionelles Röntgen-MCU eine Standarduntersuchung (■ Abb. 2). Neben der Refluxdiagnostik kann man anhand der Bilder die Morphologie der Harnblase (Blasenwand, Divertikel, Trabekulierung), das Blasenvolumen und die Restharnmenge beurteilen. Während der Miktion wird zusätzlich die Harnröhre dargestellt. Leider ist die Untersuchung mit einer Strahlenbelastung verbunden. Diese spielt insbesondere bei Mädchen eine große Rolle, da die Ovarien im Untersuchungsgebiet liegen und nicht geschützt werden können. Dank der vielen Möglichkeiten zum Strahlenschutz – erfahrener Untersucher, digitale Durchleuchtung mit niedriger Pulsfrequenz, Verzicht auf die Anfertigung von zusätzlichen Aufnahmen, Zusatzfilterung, Verwendung einer geringen Bildverstärkereingangsdosisleistung und konsequente Einblendung – können die Referenzwerte des Bundesamts für Strahlenschutz auch bei schwierigen Untersuchungen eingehalten werden. In den meisten Fällen werden sie sogar deutlich unterschritten. Allein mit der gepulsten Durchleuchtung kann man die Dosis mindestens um das 8-Fache reduzieren. Ward et al. [5] haben in ihrer Studie gezeigt, dass die effektive Dosis eines MCU im Laufe der Jahre deutlich geringer geworden ist – jeweils 10 und 50% der damaligen effektiven Dosis.

» Alternativ zu einem konventionellen MCU kann eine nicht strahlenbelastende MSU durchgeführt werden

Alternativ zu einem konventionellen MCU kann eine nicht strahlenbelastende Miktionssonourethographie (MSU) durchgeführt werden. Hier wird ein spezielles Kontrastmittel (Levovist, Bayer-Schering, Berlin oder SonoVue, Bracco, Mailand) eingesetzt, welches aus gasge-

Hier steht eine Anzeige.

 Springer

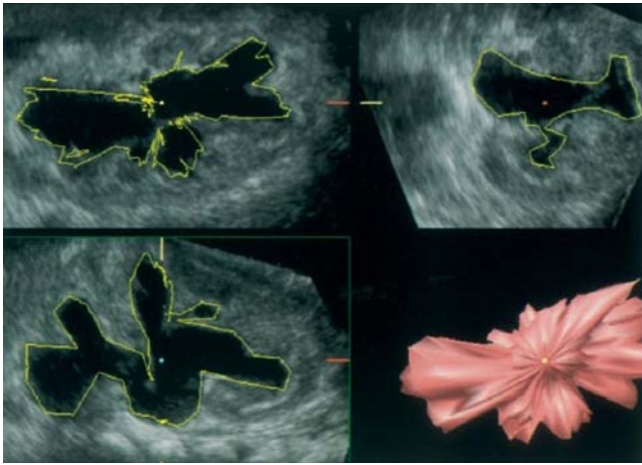


Abb. 1 ◀ 3DUS-Volumetrie des Nierenparenchyms bei einem Neugeborenen mit Hydronephrose. (Aus [2])

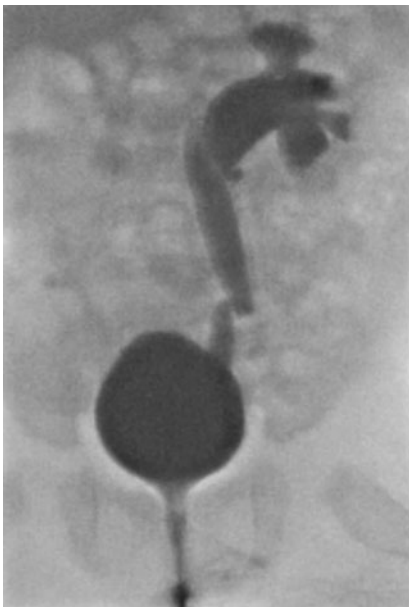


Abb. 2 ▲ MCU: vesikoureteraler Reflux Grad IV links. (Aus [17])

füllten Mikrobläschen („microbubbles“) besteht (▣ **Abb. 3**).

Ernsthafte Nebenwirkungen oder Komplikationen sind bei der intravesikalen Applikation bis jetzt nicht bekannt. Die Refluxdiagnose wird gestellt, wenn die Mikrobläschen sonographisch im Ureter oder im Nierenbecken nachgewiesen werden. Die Gradeinteilung erfolgt ähnlich wie bei einem konventionellen MCU.

Die diagnostische Genauigkeit dieser Untersuchung in Bezug auf die Erkennung von niedriggradigen Refluxen ist jedoch geringer. Die Untersuchungszeit ist deutlich länger als bei einem konventionellen MCU und die Beurteilung der Ure-

thra und der Blasenfunktion ist eingeschränkt. Außerdem ist der Befund stark untersucherabhängig. Derzeit kann diese Untersuchung empfohlen werden als:

1. Verlaufskontrolle,
2. Erstuntersuchung bei Mädchen zum Ausschluss eines hochgradigen Refluxes,
3. Refluxscreening [6].

PIC-Zystogramm

Bei Kindern mit rezidivierenden hochfieberhaften Harnwegsinfekten, negativem MCU, aber positivem DMSA-Scan (statische Nierenzintigraphie mit Dimercaptobornsteinsäure) wird eine endoskopische MCU-Variante, ein sog. PIC-Zystogramm („positional instillation of contrast cystography“), empfohlen. Dabei zeigte sich, dass bei fast 80% der Kinder ohne Reflux im konventionellen MCU ein Reflux im PIC-Zystogramm nachweisbar ist.

Bei dieser Untersuchung wird der Patient in Narkose endoskopiert und dann bei leerer Blase über das Endoskop Kontrastmittel instilliert. Auf diese Weise wird primär die Aufspülbarkeit der Ostien getestet. Diese wird in vier Grade unterteilt (HIT-Klassifikation, „hydro instillation technique“: HIT 0–3). Bei nachweisbarem Reflux kann dieser in gleicher Sitzung durch endoskopische Unterspritzung therapiert werden.

Computertomographie

Die Computertomographie (CT) hat die Radiologie revolutioniert und ist heute das wichtigste bildgebende Verfahren in

der Erwachsenenmedizin. Zunehmend häufiger wird sie auch bei Kindern eingesetzt.

Da durch die Strahlung v. a. der DNA-Stoffwechsel gefährdet ist, ist das ruhende Gewebe der Erwachsenen in Bezug auf Strahlenbelastung weniger empfindlich. Das kindliche Gewebe hat dagegen eine deutlich höhere Mitoserate als das der Erwachsenen und ist somit besonders strahlenempfindlich. Am höchsten ist das Strahlenrisiko bei Säuglingen, Kleinkindern und Kindern bis zum 15. Lebensjahr [7]. Bei Jugendlichen nähert sich das Risiko dem der Erwachsenen. Besonders strahlensensible Organe sind Schilddrüse, Brustdrüse, Gonaden, rotes Knochenmark, Lungen, Magen und Kolon.

Die Proportionen des kindlichen Körpers sind ein weiterer Grund für das hohe Strahlenrisiko, denn diese unterscheiden sich erheblich von den Erwachsenen. So liegen aufgrund des Körperbaus zwangsläufig größere Körperbereiche innerhalb des Strahlenfeldes oder zumindest direkt benachbart und sind somit auch von der Streustrahlung stärker betroffen [8]. Zudem haben Kinder und Jugendliche eine deutlich höhere Lebenserwartung, sodass strahleninduzierte Malignome, die zwar erst nach einer jahrelangen Latenzzeit entstehen können, in dieser Altersgruppe doch von großer Relevanz sind. Zudem darf das genetische Risiko mit einer erhöhten Fehlbildungsrate durch die ionisierende Strahlung bei potentieller Elternschaft nicht vergessen werden [9].

Aus all diesen Gründen ist es allgemein anerkannt, dass Kinder einen besonderen Strahlenschutz erfordern. Die optimale Dosis einer Röntgenuntersuchung sollte dem ALARA-Prinzip („as low as reasonably achievable“) entsprechen. Die Verwendung von alters- und gewichtsadaptierten Kontrastmittelmengen sowie einem kinderadaptierten Protokoll ist unabdingbar. Mehrphasen-CT sollten im Kindesalter nur in Ausnahmefällen durchgeführt werden.

Die Indikationsstellung bei Erwachsenen kann nicht direkt auf Kinder übertragen werden, da das Krankheitsspektrum ganz anders ist. Während Malignome und Steine bei Erwachsenen die Hauptindikation zur Durchführung einer CT-Untersuchung darstellen, sind diese Erkran-

kungen im Kindesalter insgesamt deutlich seltener. Außerdem sind potentielle Steine meist kleiner und weniger verkalkt, so dass ein Ultra-low-dose-Protokoll nicht immer zu einem Erfolg führt. Insgesamt können viele CT-Untersuchungen im Kindesalter durch die MRT ersetzt werden. Dennoch gibt es ein paar Indikationen, bei denen die CT immer noch die bestmögliche Untersuchung ist. Diese sind: Knochenläsionen, Polytrauma und interstitielle Lungenerkrankungen. Des Weiteren soll die CT zum Ausschluss von Lungenmetastasen bei einer Tumorerkrankung durchgeführt werden. Bei großer Steinlast ist eine gute Bildgebung vor der Therapieplanung ebenfalls von großer Bedeutung [10, 11].

» Bei Kindern sollte auf jeden Fall auf eine besonders strenge Indikationsstellung geachtet werden

Um das Risiko, nach einer CT-Untersuchung im Kindesalter an einem strahleninduzierten Tumor im Laufe des Lebens zu versterben, zu kennen, wurde in den USA vom „National Cancer Institute“ und der „Society of Pediatric Radiology“ eine Studie durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass dieses Risiko für ein CT-Abdomen bei 1:550 und für eine Schädel-CT bei 1:1500 liegt. Das entspricht einem 0,35% höheren Risiko als in der Allgemeinbevölkerung. Da in dieser Studie keine kinderadaptierten Protokolle angewendet wurden, kann dieses Risiko bei kindgerechter CT-Durchführung noch weiter gesenkt werden [12]. Zusammenfassend kann man sagen, dass das Karzinomrisiko für jede einzelne Untersuchung zwar extrem niedrig ist, die Auswirkung der Strahlenbelastung auf die Volksgesundheit bei deutlich steigender Anzahl an CT-Untersuchungen doch erheblich ist. Im Falle von Kindern sollte auf jeden Fall auf eine besonders strenge Indikationsstellung geachtet werden.

MRT und MRU

Die MRT ist eine nicht strahlenbelastende Methode mit guter anatomischer und funktioneller Aussagekraft, die sich im

Urologe 2015 · 54:956–962 DOI 10.1007/s00120-015-3853-9
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

E. Lellig · J. Straub · M. Riccabona
Bildgebung in der Kinderurologie

Zusammenfassung

Hintergrund. Jahrelang waren Sonographie und Ausscheidungsurogramm (AUG) die wichtigsten Untersuchungen zur Beurteilung des kindlichen Harntraktes. Beide Methoden haben Vor- und Nachteile: Eine Ultraschalluntersuchung erlaubt uns zwar eine optimale Visualisierung normaler Nieren sowie eine Beurteilung des Nierenbeckenkelchsystems. Für den Nachweis bzw. Ausschluss von Parenchymnarben ist diese Methode jedoch deutlich schlechter geeignet. Über die Nierenfunktion liefert sie gar keine Information. **Methoden.** Mithilfe eines AUG kann die Ausscheidung und dadurch indirekt auch die Funktion der Nieren beurteilt werden. Da diese Untersuchung jedoch eine Strahlenbelastung mit sich bringt und eine Kontrastmittelgabe erfordert, sollte sie im Kindesalter vermieden werden. Die Computertomographie ist zwar eine hervorragende Untersuchung, die fast alle kinderurologischen Fragen bzw. Krankhei-

ten beantworten bzw. diagnostizieren kann, sie stellt aber auch die größte Strahlenbelastung für das untersuchte Kind dar. Aus diesem Grund nimmt die Magnetresonanztomographie einen immer wichtigeren Platz in der Uroradiologie ein. Zunächst wurden bei Kindern nur die T2-Sequenzen zur Visualisierung der ableitenden Harnwege angewendet. **Schlussfolgerung.** Die aktuellsten technischen Entwicklungen sowie die Anwendung von dem Kontrastmittel Gadolinium und dem Antidiuretikum Furosemid erlauben nun eine „All-in-one-Evaluation“ (Nierenparenchym und ableitende Harnwege).

Schlüsselwörter

Strahlenbelastung · Ausscheidungsurogramm · Miktionssonourethrographie · „Positioned instillation of contrast cystogram“ · Magnetresonanztomographie

Imaging in pediatric urology

Abstract

Background. For many years, sonography and the intravenous pyelogram (IVP) were the most important examination methods for the evaluation of the urinary tract in children. Both methods have their pros and cons: sonography provides ideal visualization of normal kidneys and the evaluation of the pelvicalyceal system. For detection or exclusion of renal scarring, however, this method is not well suited. It provides no information regarding kidney function. **Methods.** With an IVP, it is possible to evaluate urinary excretion and, thus, indirectly assess kidney function. As this examination method involves radiation exposure and the necessity of a contrast agent, it should be avoided in the examination of children. The CT is an excellent examination method that can diagnose nearly all urological diseases in

children or answer urological questions; however, a CT scan applies the highest radiation dose of all discussed methods. For this reason, examination via MRI is of increasing importance in uroradiology. Initially only the T2 sequences for the visualization of the urinary tract in children were applied. **Conclusion.** The current technical developments as well as the use of the contrast agent gadolinium and the antidiuretic agent furosemide allow an all-in-one evaluation of the kidneys and urinary tract.

Keywords

Radiation · Ultrasonography · Pyelogram, intravenous · Positioned instillation of contrast cystogram · Magnetic resonance imaging

letzten Jahrzehnt fest etabliert hat und in der Kinderradiologie weiterhin zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Die MRT ermöglicht hervorragende Ergebnisse in der Diagnostik von Tumorerkrankungen sowie kongenitalen Malformationen des Harntraktes. Weiterhin ist die Methode zur Evaluation einer akuter Pyelonephritis oder von Abszessen, Beurteilung von renalen Ge-

maßen sowie des dilatierten Harntraktes geeignet [13].

Pädiatrische MRT-Untersuchungen bergen einige Herausforderungen: die Strukturen sind deutlich kleiner, Herz- und Atemfrequenz sind höher als bei Erwachsenen, die Patienten sind weniger kooperativ. Aus diesem Grund müssen räumliche und zeitliche Auflösung bei möglichst kurzer Untersuchungsdu-

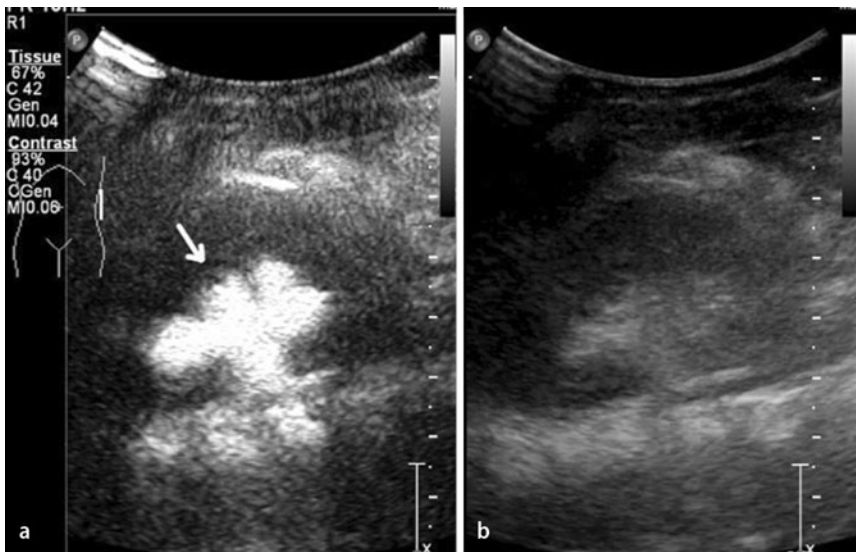


Abb. 3 ▲ a, b MSU: vesikoureteraler Reflux Grad IV links: Nachweis von „microbubbles“ im Nierenbecken der linken Niere (a). (Aus [17])

er an jeden einzelnen Patienten und an jede Fragestellung individuell angepasst werden.

Dilatierter Harntrakt

Zur Beurteilung der anatomischen Verhältnisse werden T2-gewichtete, sehr wassersensible Sequenzen angewendet. Diese ermöglichen eine exzellente Darstellung des dilatierten flüssigkeitsgefüllten Urogenitaltrakts ohne Notwendigkeit von Kontrastmittelapplikation [14]. Die Ergebnisse können durch Diuretikagabe deutlich verbessert werden. Des Weiteren können mittels MRT angeborene wie auch erworbene Strikturen des Harntraktes einfach und sicher beurteilt werden. Zur Evaluation der Nierenfunktion können T1-Sequenzen mit Kontrastmittel [Gadolinium-DTPA (Gd)] und Diuretikum eingesetzt werden – sog. funktionelles MRT oder MRU. Diese erlauben zusätzlich eine genauere Beurteilung des Nierenparenchyms.

Insgesamt ist die MRT eine hervorragende und strahlenfreie Methode, die allerdings Ihre Grenzen hat. Aufgrund der physiologischen Unreife der Nieren in den ersten Wochen nach der Geburt kann man den Grad der Obstruktion – wie auch im AUG oder in der Szintigraphie – nicht beurteilen. Ebenso wie bei allen anderen Untersuchungen müssen Kinder ausreichend hydriert werden, insbesonde-

re zu einer optimalen Beurteilung der ableitenden Harnwege und der Nierenfunktion. Eine insuffiziente Kontrastmittelausscheidung bei einer Minderperfusion der Niere ist ein weiterer limitierender Faktor. Nicht zu vergessen sind auch die begrenzte Verfügbarkeit der MRT-Geräte, die Kosten der Untersuchung sowie die Notwendigkeit einer Sedierung bei kleineren Kindern.

Eine Standardisierung der „anatomischen MRT“ wurde 2010 durch die Arbeitsgruppe der „European Society of Urogenital Radiology“ (ESUR) und „European Society of Urogenital Radiology and European Society for Pediatric Research“ (ESPR) festgelegt. Für die „funktionelle MRT“ gibt es noch keine standardisierten Empfehlungen. Aus diesem Grund kann die MRT zur Beurteilung der Nierenfunktion und Abklärung der Abflussverhältnisse bei der Dilatation des oberen Harntraktes bei pädiatrischen Patienten nicht standardmäßig empfohlen werden.

Die allgemein akzeptierten Indikationen zur MRT-Durchführung bei Kindern mit dilatiertem oberem Harntrakt sind:

1. präoperativ zur Beurteilung der anatomischen Verhältnisse bzw. Visualisierung des dilatierten Nierenbeckenkelchsystems,
2. Beurteilung der Anatomie der Nierengefäße,

3. Evaluierung von komplexen anatomischen Verhältnissen wie Doppelnieren oder ektope Uretereinmündungen,
4. differentialdiagnostisch zur Abgrenzung von Nierenzysten gegenüber einem Harnstau bei unklaren sonographischen Befunden.

Doppelnieren

Eine Vielzahl von Erkrankungen ist mit doppelter Nierenanlage assoziiert. Die häufigsten sind Stenosen, entweder im Bereich des pyeloureteralen oder des vesikoureteralen Übergangs, Harnleiterektopie oder vesikorenaler Reflux. Die MRT bzw. MRU ist für jedes dieser Krankheitsbilder geeignet. Verglichen mit der Sonographie erlaubt diese Methode eine deutlich bessere Beurteilung einer obstruktiven oder refluxiven Uropathie sowie einer ektopischen Uretereinmündung. Sogar bei deutlich erweiterten Harnwegen mit schlechter Nierenfunktion zeigt sich in der MRT eine gute Darstellung der Harnwege. Nach Gadolinium-Gabe kann man sogar die Parenchymbreite beurteilen. Diese kann für die Therapieplanung von großer Bedeutung sein (■ **Abb. 4**, [1]).

Akute Pyelonephritis

Seit Jahren wird der DMSA-Scan als Goldstandard für die Beurteilung der Nierenbeteiligung im Rahmen einer akuten Pyelonephritis angesehen. In den experimentellen und klinischen Studien konnte jedoch gezeigt werden, dass die Sensitivität der MRT bezüglich einer Nierenläsion deutlich höher ist. Der positive Vorhersagewert für eine akute Pyelonephritis liegt laut Pennington et al. [15] und Lonergan et al. [16] bei 0,85 für die MRT und bei 0,57 für den DMSA-Scan. Mittels MRT kann zudem ein Abszess diagnostiziert werden.

Parenchymnarben und Refluxnephropathie

Eine irreversible Parenchymschädigung im Kindesalter hat immer einen Parenchymverlust sowie eine Verschlechterung der Nierenfunktion zur Folge. Schät-



Abb. 4 ▲ MRT, T2-Sequenzen: Doppelnier links, ektope extravasikale (vaginale) Einmündung des kranialen Ureters [1]. (Mit freundl. Genehmigung von Elsevier)

zungsweise entwickeln ca. 30% der Kinder im Verlauf eine arterielle Hypertonie.

Den wichtigsten Stellenwert und Goldstandard für die Diagnose von Parenchymnarben stellt heutzutage nach wie vor der DMSA-Scan dar. Ultraschall spielt bei dieser Fragestellung eine untergeordnete Rolle und AUG ist obsolet. Die CT ist eine sehr sensitive und sichere Methode in Bezug auf Parenchymnarben, ist aber mit deutlicher Strahlenbelastung verbunden und erfordert eine Kontrastmittelgabe. Die MRT scheint dagegen eine vielversprechende Untersuchung zu sein, die dem DMSA-Scan sogar überlegen ist, denn sie liefert zusätzlich eine wichtige Information zur Anatomie des gesamten Harntraktes [1].

Nierenzysten und Zystennieren

Zystennieren sind eine weitere Indikation für die MRT. Diese ist besonders sinnvoll wenn im Ultraschall zwischen einem dilatierten Nierenbeckenkelchsystem und Nierenzysten nicht sicher unterschieden werden kann und eine sonographische Untersuchung für die Diagnosestellung somit nicht ausreichend erscheint. Der Vorteil der MRT bei den Zystennieren ist auch, dass die Begleit-

pathologien der Leber wie z. B. Fibrose, portale Hypertension oder zystische Veränderungen gleichzeitig geklärt werden können. Komplizierte Zysten können in der sonographischen Untersuchung fehlerhaft für einen Abszess oder Tumor gehalten werden. Ein AUG ist in so einem Fall nicht weiter hilfreich. Bis vor kurzem wurden solche Kinder mittels CT abgeklärt. Heutzutage ist jedoch die MRT eine Standarduntersuchung.

» MRT und MRU sind vielversprechende, nicht strahlenbelastende Methoden zur Beurteilung des Harntraktes im Kindesalter

Zusammenfassend kann man sagen, dass MRT und MRU vielversprechende, nicht strahlenbelastende Methoden zur Beurteilung des Harntraktes im Kindesalter sind. Das Anwendungsspektrum wird zunehmend breiter. Die größten Nachteile einer MRT bleiben der damit verbundene höhere Zeit- und Kostenaufwand sowie die schlechtere Verfügbarkeit der Geräte. Ein weiteres Problem ist die Notwendigkeit zur Ruhigstellung nicht kooperationsfähiger Patienten. Technische Fortschritte der letzten Jahre mit immer kürzer werdenden Untersuchungszeiten reduzieren jedoch atemabhängige Artefakte und dadurch auch zunehmend den Sedierungsbedarf.

Abdomenübersichtsröntgen

Die Abdomenübersichtsaufnahme ist heutzutage nur in seltenen Fällen indiziert. Die häufigsten Indikationen sind: freie intraperitoneale Luft oder abdominelle Fremdkörper und Urolithiasis. Bei jeder Untersuchung muss natürlich, wie bei jeder anderen strahlenbelastenden Untersuchung, auf eine gründliche Einblendung der untersuchten Region geachtet werden.

Ausscheidungsurogramm

Das i.v.-Urogramm war lange Zeit eine Standardbildgebungsmethode in der Kinderurologie. In der heutigen Zeit ist sie dank den diagnostischen Möglichkei-

ten des modernen Ultraschall, der Szintigraphie und der MRU in den Hintergrund getreten und ist nur noch bei sehr seltenen Fragestellungen, wie z. B. eine nicht ausreichend abklärbare Urolithiasis, gerechtfertigt. Zusätzlich kann diese Untersuchung zu einer präoperativen Beurteilung der anatomischen Verhältnisse eingesetzt werden, allerdings nur wenn eine MRT nicht verfügbar ist. Da ein AUG verglichen mit den modernen CT-Techniken deutlich weniger Informationen für die Diagnostik und Therapieplanung liefert und die gleiche Strahlenbelastung aufweist, sollte auch bei diesen Fragestellungen vorzugsweise eine CT durchgeführt werden.

Fazit für die Praxis

- Zusammenfassend kann man feststellen, dass eine therapieorientierte Entscheidung und die Vermeidung der Strahlenbelastung die zwei wichtigsten Themen in der Kinderurologie sind.
- Auch wenn manche Methoden eine erfreuliche Befundergänzung darstellen, sollten sie nur dann eingesetzt werden, wenn sie tatsächlich die Therapieplanung beeinflussen können.
- In allen anderen Fällen sollte sie sehr zurückhaltend eingesetzt werden, v. a. wenn es um invasive Untersuchungen oder Untersuchungen in Narkose geht.
- Untersuchungen mit Strahlenbelastung sollten wenn möglich vermieden oder ggf. durch strahlenfreie Untersuchungen wie Sonographie oder MRT ersetzt werden.

Korrespondenzadresse

E. Lellig
Urologische Klinik und Poliklinik,
Campus Großhadern, LMU München
Marchioninistraße 15, 81377 München
Katja.Lellig@med.uni-muenchen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. E. Lellig, J. Straub u. M. Riccabona geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Avni EF, Bali MA, Regnault M et al (2002) MR urography in children. *Eur J Radiol* 43(2):154–166
2. Riccabona M, Fritz G, Ring E (2003) Potential applications of three-dimensional ultrasound in the pediatric urinary tract: pictorial demonstration based on preliminary results. *Eur Radiol* 13:2680–2687
3. Riccabona M, Pilhatsch A, Haberlik A, Ring E (2008) Threedimensional ultrasound based virtual cystoscopy of the pediatric urinary bladder: a preliminary report on the feasibility and potential value. *J Ultrasound Med* 27:1453–1459
4. Dahia N (2006) Virtual cystoscopy using 3D ultrasound in evaluation of urinary bladder lesions. *J Ultrasound Med* 25:82
5. Ward VL, Strauss KJ, Barnewolt CE et al (2008) Paediatric radiation exposure and effective dose reduction during voiding cystourethrography. *Radiology* 249(3):1002–1009
6. Riccabona M, Avni FE, Blickman JG et al (2007) Imaging recommendation in paediatric uro-radiology. Minutes of the ESPR workout session on urinary tract infection, fetal hydronephrosis, urinary tract sonography and voiding cystourethrography. Barcelona, Spain, June 2007. *Pediatr Radiol* 38:138–145
7. Alzen G, Benz-Bohm G (2011) Radiation protection in pediatric radiology. *Dtsch Arztebl Int* 108(24):407–414
8. Alzen G, Benz-Bohm G (2011) Kinderradiologie – Besonderheiten des Strahlenschutzes. *Dtsch Arztebl Int* 108(24):407–144. doi:10.3238/arztebl.2011.0407
9. Berington Gonzalez A de, Darby S (2004) Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet* 363:345–351
10. Riccabona M (2013) CT in children: why and what to consider for CT in children. *Eur J Radiol* 82:1041–1042
11. Darge K, Grattan-Smith JD, Riccabona M (2011) Pediatric uro-radiology: state of the art. *Pediatr Radiol* 41(1):82–91. doi:10.1007/s00247-010-1644-4
12. Almohiy H (2014) Paediatric computed tomography radiation dose: a review of the global dilemma. *World J Radiol* 6(1):1–6
13. Riccabona M (2002) Paediatric uro-radiology—where are we and where shall we go? *Eur J Radiol* 43(2):91–93
14. Riccabona M, Staatz G (2012) Bildgebende Diagnostik in der Kinderurologie. *Kinderurologie in Klinik und Praxis*. Thieme, Stuttgart, S 90–135
15. Pennington DJ, Lonergan GJ, Flack CE et al (1996) Experimental pyelonephritis in piglets: diagnosis with MR imaging. *Radiology* 201:199–205
16. Lonergan GJ, Pennington DJ, Morrison JC et al (1998) Childhood pyelonephritis: comparison of Gd-enhanced MR imaging and renal cortical scintigraphy for diagnosis. *Radiology* 207:377–384
17. Wong LS, Tse KS, Fan TW et al (2014) Voiding urosonography with second-generation ultrasound contrast versus micturating cystourethrography in the diagnosis of vesicoureteric reflux. *Eur J Pediatr* 173:1095–1101



Weitere Infos auf
springermedizin.de

Dossier Kinderurologie

Von Maleszensensus testis bis Enuresis nocturna: Auch bei Kindern ist in manchen Fällen der Urologe gefragt. Was bei Kindern anders ist und worauf besonders zu achten ist erfahren Sie in den gesammelten Artikeln zum Thema „Kinderurologie“.

► www.springermedizin.de/uro-kinderurologie

Helmut-Wölte-Preis 2015 verliehen

Bonn. Die Helmut-Wölte-Stiftung zeichnet das Projekt „Schnelle Hilfe bei Krebs“ mit dem Helmut-Wölte-Preis für Psychoonkologie 2015 aus. Dieses Projekt steht unter der Leitung von Dipl.-Religionspädagogin Hartmut Magon, Essen.

Mit diesem Projekt wurde eine praxisorientierte Initiative ausgewählt, die in innovativer Weise den Rahmenbedingungen der psychoonkologischen Versorgung Rechnung trägt und die Forderung nach Angeboten für subsyndromal belastete Patienten umsetzt. Zielsetzung des Projektes war, für krebserkrankte Menschen und ihre Angehörigen die Möglichkeit zeitnaher psychosozialer Unterstützung in kritischen Situationen zu entwickeln und im regionalen ambulanten Versorgungsnetz zu implementieren. Mit einem solchen niederschweligen und bedarfsorientierten Vorgehen entspricht das Projekt den Anforderungen der heutigen Versorgungslandschaft und trägt zur besseren Vernetzung der einzelnen Sektoren onkologischer Versorgung bei.

Die Preisverleihung erfolgte im Rahmen der 33. Jahrestagung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Psychosoziale Onkologie e.V. – dapo.

Quelle: Helmut-Wölte-Stiftung für Psychoonkologie