

GRAINGER & ALLISON

DIAGNOSTYKA RADIOLOGICZNA

# OBRAZOWANIE W PEDIATRII

WYDANIE 6

Redakcja wydania polskiego  
Elżbieta Jurkiewicz

# GRAINGER & ALLISON DIAGNOSTYKA RADIOLOGICZNA

WYDANIE SZÓSTE

## Obrazowanie w pediatrii

REDAKCJA

**Catherine M. Owens**

**Jonathan H. Gillard**

REDAKCJA WYDANIA POLSKIEGO

**Elżbieta Jurkiewicz**

Tytuł oryginału: *Grainger & Allison's Diagnostik Radiology. Paediatric Imaging*  
6th edition

Redakcja:

Catherine M. Owens, Jonathan H. Gillard

This edition of *Grainger & Allison's Diagnostik Radiology. Paediatric Imaging (6e)* edited  
by Catherine M. Owens, Jonathan H. Gillard is published by arrangement with Elsevier Ltd.

Książka *Grainger & Allison's Diagnostik Radiology. Paediatric Imaging*, wyd. 6, redakcja:  
Catherine M. Owens, Jonathan H. Gillard, została opublikowana zgodnie z umową z Elsevier Ltd.

Copyright © 2016, Elsevier Ltd. All rights reserved.

ISBN 978-0-7020-6939-0

Wszelkie prawa zastrzeżone, szczególnie prawo do przedruku i tłumaczenia na inne języki. Żadna  
z części tej książki nie może być w jakiegokolwiek formie publikowana bez uprzedniej pisemnej zgody  
Wydawnictwa.

Ze względu na stały postęp w naukach medycznych lub odmienne nieraz opinie na temat leczenia  
i diagnozowania, jak również możliwość wystąpienia błędu, prosimy, aby w trakcie podejmowania  
decyzji terapeutycznej uważnie oceniać zamieszczone w książce informacje. Pomoże to zmniejszyć  
ryzyko wystąpienia błędu lekarskiego.

© Copyright for the Polish edition by Edra Urban & Partner, Wrocław 2017

Redakcja naukowa wydania polskiego:

prof. dr hab. med. Elżbieta Jurkiewicz

Tłumaczenie z języka angielskiego:

lek. med. Joanna Dębska – rozdz. 1, 3, 5, 8

lek. med. Magdalena Maciejewska-Kotz – rozdz. 4

lek. med. Dorota Majak – rozdz. 3

lek. med. Iwona Pakuła-Kościeszka – rozdz. 8

lek. med. Piotr Pawliszak – rozdz. 2, 3, 5, 7

dr n. med. Marek Pędich – rozdz. 4

lek. med. Sylwia Rączkowska – rozdz. 6

Prezes Zarządu: Giorgio Albonetti

Dyrektor Wydawniczy: lek. med. Edyta Błażejewska

Redaktor prowadzący: Renata Wręczycka

Redaktor tekstu: Lidia Kwiecień

Opracowanie skorowidza: Aleksandra Ozga

ISBN 978-83-65625-70-0

Edra Urban & Partner

ul. Kościuszki 29, 50-011 Wrocław

tel. 071 7263835

biuro@edraurban.pl

www.edraurban.pl

Łamanie i przygotowanie do druku: Paweł Kazimierczyk

Druk i oprawa: ICL, Łódź

Przedmowa vii

AUTORZY ix

- 1 WYMOGI I PRZEGLĄD SPECJALISTYCZNYCH METOD I TECHNIK 1  
Catherine M. Owens • Carolyn Young • Øystein E. Olsen
- 2 KLATKA PIERSIOWA U NOWORODKÓW I STARSZYCH DZIECI 9  
Veronica Donoghue • Tom A. Watson • Pilar Garcia-Peña • Catherine M. Owens
- 3 OBRAZOWANIE NARZĄDÓW JAMY BRZUSZNEJ U DZIECI 37  
Anne Paterson • Øystein E. Olsen • Lil-Sofie Ording Müller
- 4 OBRAZOWANIE NEREK, UKŁADU MOCZOWEGO I MIEDNICY U DZIECI 87  
Owen Arthurs • Marina Easty • Michael Riccabona
- 5 RADIOLOGIA UKŁADU KOSTNEGO U DZIECI: ZMIANY NIEURAZOWE  
I NIENOWOTWOROWE 135  
Amaka C. Offiah
- 6 URAZY UKŁADU MIĘŚNIOWO-SZKIELETOWEGO U DZIECI ORAZ DIAGNOSTYKA  
OBRAZOWA URAZÓW NIEPRZYPADKOWYCH I ZŁAMAŃ U DZIECI 177  
Karen Rosendahl • Jean-François Chateil • Karl Johnson
- 7 NOWOTWORY KOŚCI I NERWIAKI ZARODKOWE U DZIECI 210  
Paul Humphries • Claudio Granata
- 8 NEURORADIOLOGIA PEDIATRYCZNA 228  
Maria I. Argyropoulou • Andrea Rossi • Roxana S. Gunny • W.K. 'Kling' Chong

Skorowidz 296

# OBRAZOWANIE NEREK, UKŁADU MOCZOWEGO I MIEDNICY U DZIECI

Owen Arthurs, Marina Easty, Michael Riccabona

## ZARYS ROZDZIAŁU

Przeгляд

Metody obrazowania

### WADY WRODZONE

Wady nerek

Wady cewki moczowej

Wady macicy i pochwy

Niezstąpione jądra

Przedurodzeniowe rozpoznanie wodonercza

Zakażenia układu moczowego oraz odpływ pęcherzowo-moczowodowy

Torbielowate choroby nerek

Nefrokalcynoza

Kamica nerkowa

### NOWOTWORY

Łagodne guzy nerek

Złośliwe guzy nerek

Choroby zapalne moszny

Guzy moszny

Guzy jajników

Guzy okolicy krzyżowej kręgosłupa

Nadciśnienie tętnicze

Urazy

Nerka przeszczepiona

## PRZEGLĄD

W tym rozdziale zostaną omówione najważniejsze metody obrazowania nerek, układu moczowego oraz miednicy u dzieci, ze szczególnym podkreśleniem istoty wad wrodzonych oraz potrzeby ograniczenia szkodliwego promieniowania z jednoczesną poprawą jakości obrazowania.

W populacji dziecięcej preferowaną metodą jest ultrasonografia (USG) ze względu na łatwą dostępność, brak promieniowania jonizującego i powtarzalność. Jest też metodą zazwyczaj dobrze tolerowaną przez pacjenta. Nowoczesne USG, wykorzystujące sondy o wysokiej częstotliwości oraz nowe techniki, są źródłem wysokiej jakości obrazów anatomicznych. USG jest często jedyną metodą potrzebną do postawienia diagnozy u dzieci, będących idealnymi podmiotami do badania. USG może też służyć do wskazania innych diagnostycznych metod obrazowania, takich jak np. ocena układu moczowego z wykorzystaniem scyntygrafii dynamicznej nerek z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3.

Obecnie rzadko wykorzystywaną metodą jest urografia (IVU). Niezbędna do wykluczenia przeszkody w odpływie moczu z pęcherza, takiej jak zastawka cewki tylnej czy patologię cewki moczowej, oraz do oceny odpływu pęcherzowo-moczowodowego jest cystouretrografia mikcyjna (MCUG). W niektórych krajach europejskich ultrasonografia mikcyjna z kontrastem mikropęcherzykowym (ultrasonografia wzmocniona kontrastem ce-VUS) jest wykorzystywana częściej niż badanie fluoroskopowe odpływów pęcherzo-

wo-moczowodowych, ze względu na możliwość uniknięcia szkodliwego promieniowania wykorzystywanego w konwencjonalnej cystografii mikcyjnej. Badaniem funkcjonalnym o niskiej dawce, służącym do oceny odpływu pęcherzowo-moczowodowego, szczególnie u dziewczynek, u których anatomia cewki moczowej jest zazwyczaj prawidłowa, jest bezpośrednia cystografia izotopowa z użyciem  $^{99m}\text{Tc}$ technetu. U starszych świadomych i współpracujących dzieci może być korzystne zastosowanie pośredniej cystografii izotopowej będącej przedłużeniem dynamicznej scyntygrafii nerek z użyciem  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 jako nieinwazyjnej metody oceny odpływu pęcherzowo-moczowodowego.

Obrazowania za pomocą tomografii komputerowej (TK) i rezonansu magnetycznego (MR) są kluczowymi metodami oceny guzów, ich stadium zaawansowania, rokowania, jak również powikłań. TK jest o wiele rzadziej wykorzystywaną metodą u dzieci z kamicą moczową niż u dorosłych, jedynie ocena ostrych stanów pourazowych opiera się głównie na obrazowaniu TK. Coraz większe znaczenie w uzyskiwaniu zarówno anatomicznych, jak i funkcjonalnych informacji diagnostycznych ma badanie MR, szczególnie u starszych współpracujących dzieci oraz w przypadku braku dostępu do medycyny nuklearnej.

Konwencjonalna angiografia jest metodą inwazyjną o wysokiej dawce promieniowania zarezerwowaną dla specyficznych wskazań klinicznych. Alternatywnymi metodami wobec klasycznej angiografii są angiografia TK i MR, które mają wiele zastosowań diagnostycznych.



**RYCINA 4-1** ■ **Kamień nerkowy.** Zdjęcie przeglądowe jamy brzusznej uwidocznia duży kamień o złożonym kształcie w prawej nerce.

W tym rozdziale zostaną omówione zalety i wady każdej z metod obrazowania oraz przedstawione specyficzne patologie, a także polecane algorytmy ich obrazowania.

## METODY OBRAZOWANIA

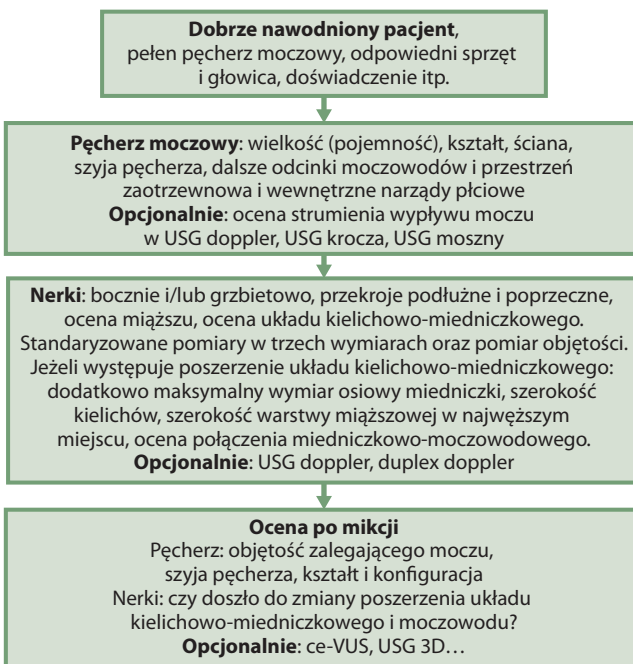
### Klasyfikacja radiografia

Radiogramy nadal odgrywają dużą rolę w badaniu dzieci z wrodzonymi wadami nerek, szczególnie w przypadkach towarzyszących wadom szkieletu, takich jak nieprawidłowości podziału kręgów czy rozszczep spojenia łonowego (np. w wynicowanym pęcherzu moczowym). Mogą wykazać kamienie w obrębie układu moczowego (ryc. 4-1), gdy ekspozycja obejmuje nerki, moczowody i pęcherz moczowy (tzw. KUB-film).

Bardzo istotne są elektroniczne filtry (cyfrowego sprzętu radiograficznego) oraz odpowiednie do wieku ustawienia ekspozycji.

### Ultrasonografia

Ultrasonografia jest najbardziej przydatną metodą dostarczającą informacje anatomiczne w obrębie jamy brzusznej, miednicy i struktur przestrzeni zaotrzewnowej. Umiejętność oceny i rozpoznawania prawidłowych i nieprawidłowych obrazów jest ściśle związana z umiejętnościami badającego i z użytym sprzętem, w tym stosowanymi głowicami o wysokiej częstotliwości. Trzeba pamiętać o konieczności badania dzieci w sprzyjających warunkach, ale najważniejsza jest wiedza o spektrum chorób wieku dziecięcego. Dostępnych jest kilka europejskich wytycznych ultrasonograficznych dotyczących układu moczowego<sup>1</sup>.



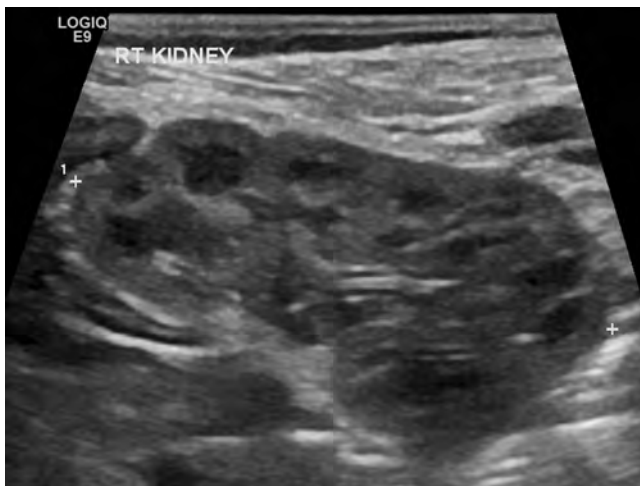
Uwaga: zalecane jest pobieżne sprawdzenie za pomocą USG całej jamy brzusznej podczas pierwszego badania oraz w przypadkach rozbieżności ocen i wątpliwości

**RYCINA 4-2** ■ **Ultrasonografia układu moczowego. Wytyczne Europejskiego Towarzystwa Radiologii Pediatricznej dotyczące standardowego badania ultrasonograficznego układu moczowego u dzieci.** USG doppler = badanie dopplerowskie znakowane kolorem; ce-VUS = ultrasonografia wzmocniona kontrastem. (Za: Riccabona M, Avni FE, Blickman JG et al 2008: Imaging recommendations in paediatric urology: minutes of the ESPR workgroup session on urinary tract infection, fetal hydronephrosis, urinary tract ultrasonography and voiding cystourethrography. Barcelona, Hiszpania, czerwiec 2007, *Pediatr Radiol* 38(2): 138–145<sup>1</sup>).

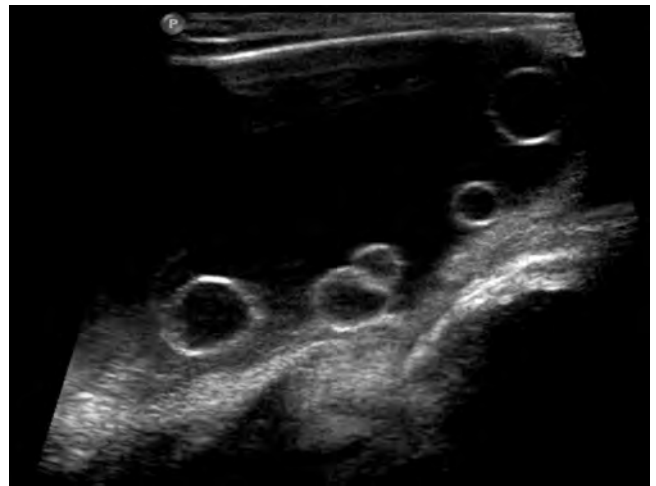
### Techniki podstawowe

Do oceny pęcherza moczowego małych dzieci niezbędne jest jego idealne wypełnienie. Zapewnienia odpowiedniego nawodnienia zazwyczaj wymaga co najmniej 30–60-minutowego zachęcania do przyjmowania doustnego płynów. Każde badanie USG jamy brzusznej powinno rozpocząć się od obrazowania pęcherza moczowego, ponieważ niemowlę w pieluszcze może oddać mocz w każdej chwili. Dobrze wypełniony pęcherz moczowy jest oknem akustycznym do obrazowania dolnego odcinka dróg moczowych, szyi pęcherza i miejsc ujścia moczowodów (połączenia pęcherzowo-moczowodowego), dalszych odcinków moczowodów, narządów płciowych wewnętrznych, przestrzeni zaotrzewnowej, mięśni i naczyń miednicy (ryc. 4-2)<sup>1</sup>.

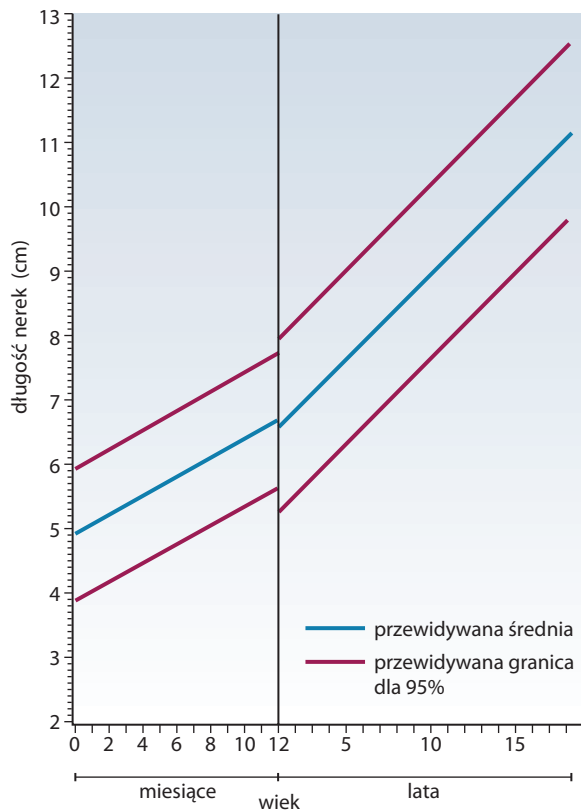
Należy wykonać pomiary objętości moczu w pęcherzu przed mikcją i po mikcji, gdyż niecałkowite opróżnienie pęcherza może być związane z jego dysfunkcją, zakażeniem układu moczowego lub z poszerzeniem układu kielichowo-miedniczkowego przed i/lub po mikcji. Należy jednak zdawać sobie sprawę z typowych odrębności w nerkach związanych z wiekiem. Nerki noworodka przez pierwsze 6 miesięcy życia są pozbawione zatoki tłuszczowej, a piramidy są duże i hipoechogeniczne w stosunku do mięszu kory (odwrotnie niż u dzieci starszych i dorosłych), co może być błędnie



**RYCINA 4-3** ■ **Prawidłowa nerka noworodka.** Przekrój podłużny przez prawidłową nerkę noworodka w USG. Piramidy nerkowe są hipoechogenne względem miąższu kory (odwrotnie niż u starszych dzieci i dorosłych) i mogą być pomyłone z poszerzeniem układu kielichowo-miedniczkowego.



**RYCINA 4-5** ■ **Pęcherzyki jajnikowe.** Obraz USG fizjologicznych noworodkowych pęcherzyków jajnikowych z siostrzanymi pęcherzykami.



**RYCINA 4-4** ■ **Wykres przyrostu nerek.** Prawidłowe referencyjne wielkości oraz wartości dla 95 centyla w odniesieniu do wieku dziecka.

rozpoznane jako poszerzenie układu kielichowo-miedniczkowego lub jako „torbiele” (ryc. 4-3). Prawidłowa kora nerek u noworodków jest również hiperechogeniczna lub izoechogeniczna względem przylegającej wątroby; obraz ten jest odwrotny niż u dorosłych. U noworodków piramidy nerkowe mogą być echogeniczne; u 5% nowo narodzonych dzieci jest to fizjologiczne, przejściowe zjawisko i nie powinno być my-

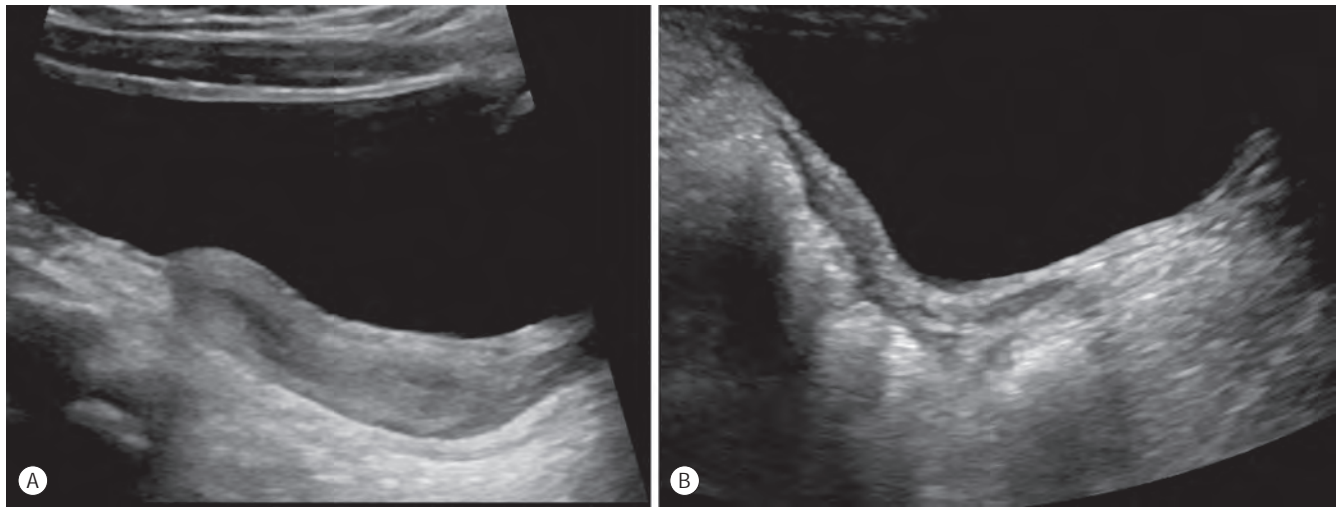
lone z nefrokalcynozą, aczkolwiek może być obserwowane u odwodnionych starszych dzieci<sup>2</sup>. Średnia długość nerk u noworodka wynosi około 4,5 cm. Pomiary dwubiegunowych długości nerek mogą być porównywane z referencyjnymi wskaźnikami dla wieku, długości ciała i wagi (ryc. 4-4). W związku z tym, że dziecięce nerki są bardziej kulistego kształtu niż eliptyczne nerki dorosłych, objętości nerek można lepiej ocenić korzystając ze wzoru:

$$\text{objętość nerk} = 0,523 (\pi/6) \times \text{długość} \times \text{szerokość} \times \text{głębokość (wymiar a-p)}$$

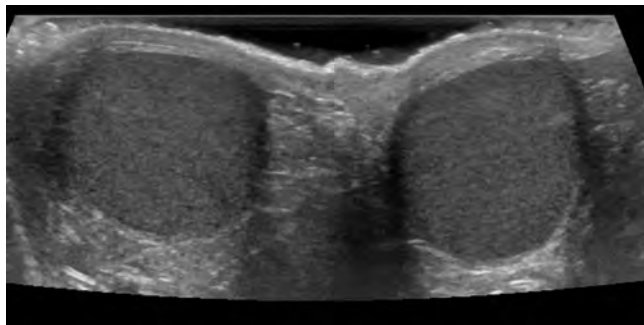
Badanie dopplerowskie znakowane kolorem naczyń nerkowych jest szczególnie ważne w ocenie przepływów w różnych sytuacjach, w tym w zakażeniach układu moczowego (upośledzenie przepływu w naczyniach segmentalnych), urazach (uraz naczyń wnątki), biopsji (powikłania po biopsji), niewydolności nerek, kamicy nerkowej, przeszczepieniu nerki i w nadciśnieniu oraz w ocenie anatomii naczyń w wodonerczu. Lepsze obrazy u mniejszych dzieci, szczególnie w pozycji leżącej na brzuchu, dają głowice liniowe o wysokiej częstotliwości, więc powinny być wykorzystywane do dokładnej analizy w trakcie każdego badania<sup>1</sup>.

## Prawidłowe obrazowanie narządów płciowych u dziewczynek

Prawidłowe struktury miednicy mniejszej mogą być trudne do zobrazowania u dzieci: ultrasonograficzna wizualizacja jajników zależy od ich lokalizacji, wielkości i wieku dziewczynki; zazwyczaj jajniki są lepiej widoczne w pierwszych miesiącach życia. Objętość jajnika przeważnie wynosi poniżej 1 ml u noworodka, a 2–4 ml u dzieci w okresie przedpokwitaniowym. Jajniki przeważnie są niejednorodne, ponieważ mają pęcherzyki jajnikowe, a duże pęcherzyki mogą wyglądać jak małe „torbiele” w każdym wieku (ryc. 4-5). Po okresie dojrzewania prawidłowa objętość jajników wynosi 5–15 ml, fizjologicznie występują pęcherzyki o średnicy do 10 mm przed owulacją i 10–30 mm po jajczkowaniu.



**RYCINA 4-6 ■ Prawidłowa macica.** (A) Obraz USG w przekroju strzałkowym prawidłowej macicy noworodka, w związku z krążącymi matczynymi estrogenami dużej, z wyraźnie zaznaczonym endometriem. (B) Obraz USG w przekroju strzałkowym macicy niemowlęcia, która ma cylindryczny, przedpokwitaniowy kształt: trzon i szyjka macicy są tych samych rozmiarów, a endometrium nie jest już widoczne.



**RYCINA 4-7 ■ Prawidłowe jądra.** Przekrój poprzeczny przez prawidłowe jądra w okresie przed pokwitaniem w USG.

Prawidłowy obraz macicy również znacząco zmienia się wraz ze zmianami hormonalnymi, więc jest najbardziej użytecznym wskaźnikiem stopnia dojrzewania. Macica noworodka w związku z krążącymi matczynymi estrogenami jest duża, zwykle ma długość od 2 do 4,5 cm z pogrubiałym i wyraźnie widocznym endometriem (ryc. 4-6A). Do końca pierwszego roku życia macica zmniejsza się i zmienia kształt na typowy dla macicy przedpokwitaniowej: dno i szyjka macicy są tej samej wielkości, a endometrium nie jest już widoczne (ryc. 4-6B). W czasie dojrzewania dno macicy zaczyna się powiększać, trzon staje się trzy razy większy od szyjki. Macica przyjmuje typowy dla osoby dorosłej gruszkowaty kształt i osiąga całkowitą długość 5–7 cm. Wygląd endometrium będzie się wyraźnie różnił w zależności od fazy cyklu miesięczkowego.

Pochwa może być zobrazowana w badaniu ultrasonograficznym, jeżeli jest wypełniona powietrzem (linijne jasne echo) lub płynem. W badaniu MR pochwa jest najlepiej widoczna w przekrojach strzałkowych w sekwencjach spin-echo w obrazach T2-zależnych. Podobnie jak w przypadku macicy, wygląd oraz grubość nabłonka pochwy oraz sygnał ze ściany pochwy zmieniają się wraz z wiekiem oraz z fazami cyklu miesięczkowego. Do zobrazowania wad macicy może być wykorzystana ultrasonograficzna genitografia z użyciem

solii fizjologicznej lub USG 3D, a do oceny patologii w obrębie pochwy i cewki moczowej – USG krocza<sup>3,4</sup>.

### Prawidłowe obrazowanie narządów płciowych u chłopców

Gruczoł krokowy jest narządem owalnym i jednorodnym, ale trudnym do uwidocznienia u noworodków, podobnie jak pęcherzyki nasienne. W związku z tym, że wyrostek pochwy otrzewnej nie traci połączenia z jamą otrzewnej przez jakiś czas po narodzinach (i może nigdy nie zarosnąć całkowicie), wodniaki jąder mogą być uznane za normalne, fizjologiczne zmiany u nowo narodzonych dzieci. Niezstąpienie jąder jest omawiane dalej w tym rozdziale.

Prawidłowe jądra charakteryzują się zmiennym obrazem podczas dzieciństwa. W okresie noworodkowym jądro ma jednorodną, hipoechogenną echostrukturę, kształt sferyczny lub owalny i osiąga średnicę poniżej 10 mm (ryc. 4-7). Najądrza oraz śródjądrze są przeważnie niewidoczne w tym okresie, ale łatwe do uwidocznienia wraz z dojrzewaniem. Wielkość jąder w okresie dorastania waha się od 3 do 5 cm długości oraz od 2 do 3 cm szerokości i głębokości (w sumie 2–4 ml). Przepływ w jądrach mierzony za pomocą badania dopplerowskiego USG również zmienia się wraz z wiekiem. Jądra niemowląt wykazują bardzo niskie prędkości przepływu, które mogą być trudne do uwidocznienia, mimo zoptymalizowania ustawień skali przepływu. Nawet w prawidłowych, przedpokwitaniowych jądrach w badaniu dopplerowskim mocy (*USG power doppler*) może nie udać się wykazanie niskiego przepływu. Wykazanie nieprawidłowości w obrębie jednego jądra może sprawiać trudności, ze względu na szerokie spektrum normy, zatem bardzo przydatne jest symetryczne porównanie obu jąder.

### Cystografia

Zobrazowanie pęcherza moczowego w populacji dziecięcej można zrealizować na kilka sposobów. Wybór metody obrazowania zależy od typu podejrzewanej patologii i wieku



TABELA 4-1 Porównanie względnych dawek promieniowania w obrazowych badaniach urograficznych

	DRL (MBq)	Dawka efektywna (mSv)	Ekwiwalent CXR (0,02 mSv)	Ekwiwalent NBR (2,6 mSv/rok)	Ekwiwalent lotu transatlantyckiego tam i z powrotem (0,1 mSv)
AXR	N/A	0,7	35	3,3 miesiące	7
MCUG u dziewczynek	N/A	0,9	45	4,2 miesiące	9
MCUG u chłopców	N/A	1,5	75	6,9 miesiące	15
DIC	20 MBq	0,3	15	1,4 miesiące	3
DMSA	80 MBq	1,0	50	4,6 miesiące	10
Renogram MAG3	100 MBq	0,7	35	3,3 miesiące	7
MAG3 po przeszczepie	200 MBq	1	50	4,6 miesiące	10
DTPA po przeszczepieniu	330 MBq	2	100	9,2 miesiące	20
TK brzucha lub miednicy	N/A	10	500	3,85 lat	100

CXR – RTG klatki piersiowej; AXR – RTG jamy brzusznej; DIC – bezpośrednia cystografia izotopowa; N/A – dane niedostępne.

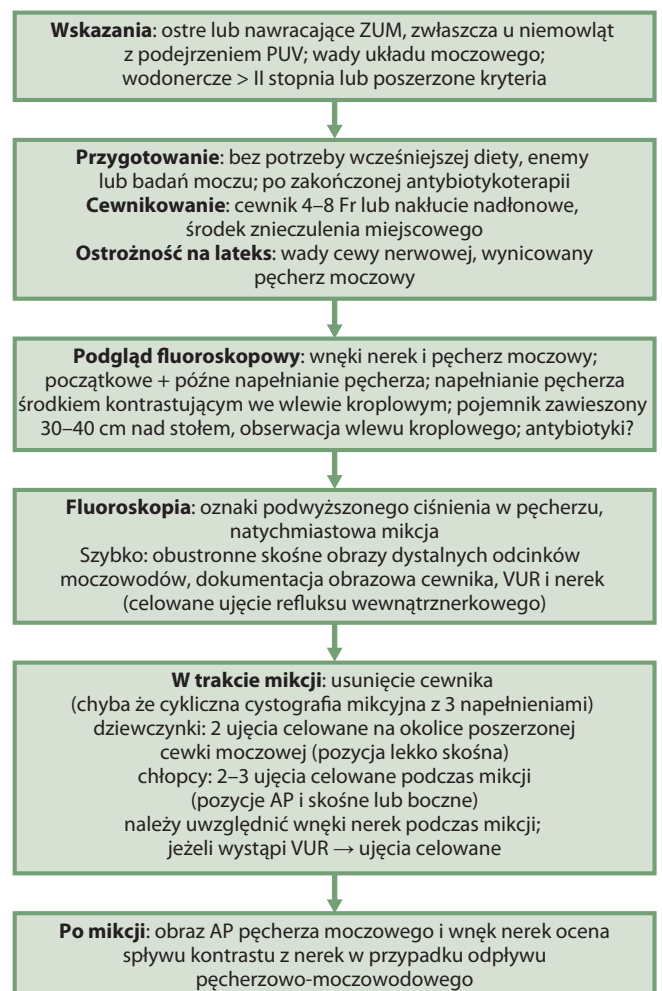
MBq – megabequerel; NBR – krajowa dawka promieniowania naturalnego (dane orientacyjne dla Wielkiej Brytanii); DMSA – statyczna scyntygrafia nerek z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-DMSA; DTPA – scyntygrafia nerek z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-DTPA; MAG3 – scyntygrafia nerek z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-MAG3.

dziecka. We wszystkich metodach, z wyjątkiem pośredniej scyntygrafii nerek z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-MAG3, konieczne jest użycie cewnika do pęcherza moczowego, co jest niekomfortowe zarówno dla dziecka (zwłaszcza starszego), jak i opiekuna, który uczestniczy w badaniu. Nowoczesna cystografia mikcyjna, wykorzystująca pulsacyjną fluoroskopię, cyfrowe wzmacniacze obrazu oraz możliwość zapisu ostatniego obrazu, pozwala na uzyskanie wysokiej jakości obrazowania przy akceptowalnie niskich dawkach promieniowania (tab. 4-1).

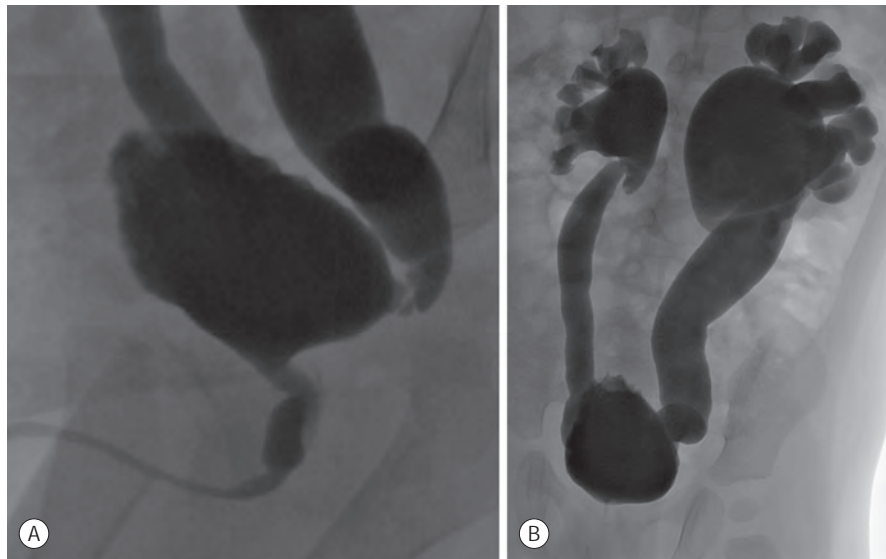
Bezpośrednia cystografia radioizotopowa jest wykorzystywana do oceny odpływów pęcherzowo-moczowodowych u młodszych dzieci (przed rozpoczęciem treningu toaletowego). Stosowana jest szczególnie u dziewczynek, u których nie ma potrzeby oceny anatomii cewki moczowej oraz jako badanie przesiewowe u reszty członków rodziny, jeżeli istnieje wysokie ryzyko wystąpienia refluku.

### Cystografia mikcyjna (MCUG/VCUG)

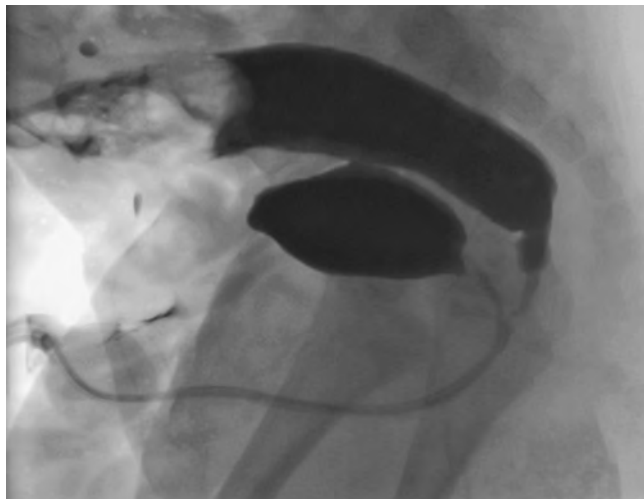
**Wskazania.** Jeżeli u dziecka płci męskiej w badaniu ultrasonograficznym uwidoczono znaczącego stopnia wodonercze obustronne, poszerzony moczowód, patologię w obrębie cewki moczowej lub pogrubiałe ściany pęcherza moczowego, kolejnym badaniem z wyboru jest cystografia mikcyjna<sup>5</sup>. Cystografia mikcyjna jest również wskazana w ocenie odpływów pęcherzowo-moczowodowych, również po zakażeniu układu moczowego (nawracającym lub powikłanym), oraz w ocenie złożonych malformacji, które dotyczą dróg moczowych. MCUG jest jedyną znaną metodą obrazowania dolnego odcinka układu moczowego pozwalającą na dokładne przedstawienie anatomii cewki moczowej. Na jej ocenę również pozwala badanie za pomocą USG krocza w czasie mikcji. U chłopców, u których jest podejrzewana patologia cewki moczowej, cystografia jest badaniem niezbędnym. Badanie wykonuje się u chłopców z podejrzeniem zastawki cewki tylnej (ryc. 4-8 i 4-9), wadami steku (kloaka), malformacjami odbytu i odbytnicy oraz w razie podejrzewania przetoki pęcherzowo-odbytniczej (ryc. 4-10). Przetoka może być niewidoczna w badaniu cystograficznym. Najlepszą techniką



**RYCINA 4-8 ■ Cystografia mikcyjna** według wytycznych Europejskiego Towarzystwa Radiologii Pediatricznej. PUV = zastawka cewki tylnej; ZUM = zakażenie układu moczowego; VUR = odpływ pęcherzowo-moczowodowy. (Za: Riccabona M, Avni FE, Blickman JG et al 2008: Imaging recommendations in paediatric urology: minutes of the ESPR workgroup session on urinary tract infection, fetal hydronephrosis, urinary tract ultrasonography and voiding cystourethrography. Barcelona, Hiszpania, czerwiec 2007, *Pediatr Radiol* 3B(2): 138–145<sup>1</sup>).



**RYCINA 4-9 ■ Zastawka cewki tylnej w cystografii mikcyjnej.** (A) Występują zdecydowana różnica szerokości w tylnym odcinku cewki spowodowana zastawką cewki tylnej oraz wzmożona trabekulacja pęcherza. Zwracają uwagę obustronne odpływy pęcherzowo-moczowodowy wysokiego stopnia. (B) Obustronny odpływ pęcherzowo-moczowodowy wysokiego stopnia.



**RYCINA 4-10 ■ Przetoka pęcherzowo-odbytnicza.** U pacjenta z malformacją odbytnico-odbytową w trakcie mikcji kontrast przedostaje się wstecznie do odbytnicy przez przetokę.

wyznaczania tych połączeń jest wlew do pętli obwodowej (np. po wprowadzeniu cewnika do dystalnej lufy kolostomii oraz podanie wodnorozpuszczalnego kontrastu jodowego pod ciśnieniem).

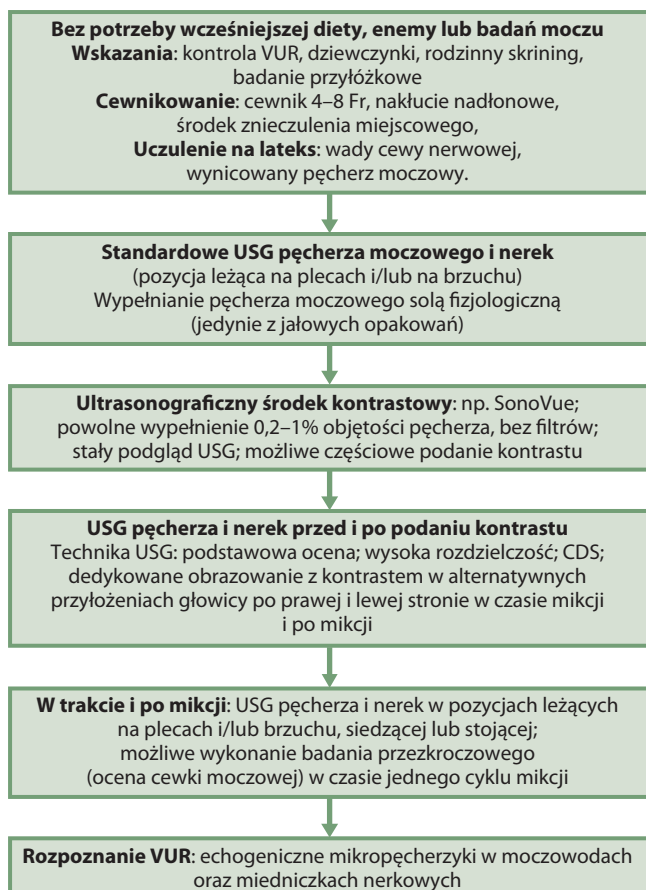
**Technika.** Do zacewnikowania cewki moczowej noworodka jest wykorzystywana sterylna, cienka sonda, która następnie jest zabezpieczana plastrem. W indywidualnych przypadkach można wykonać cystografię z dostępu nadłonowego lub użyć cewnika Foleya, pod warunkiem ostrożnego opróżniania balonika cewnika, aby nie dopuścić ani do przeoczenia patologii pęcherza moczowego, ani do powstania przeszkody w opróżnianiu i pęknięcia pęcherza<sup>1</sup>. Ciepły wodnorozpuszczalny jodowy kontrast jest następnie wpuszczany we wlewie kropłowym z wysokości nieprzekraczają-

cej 60 cm (fizjologiczne wypełnienie pęcherza moczowego o ciśnieniu 30–40 cm słupa wody). Gwałtowne wypełnienie pęcherza moczowego za pomocą strzykawki może wytworzyć zbyt wysokie ciśnienie prowadzące do nadmiernego rozciągnięcia jego ścian i wywołania fałszywego odpływu pęcherzowo-moczowodowego, jak również do błędnej oceny pojemności pęcherza. Pojemność pęcherza moczowego rośnie przez pierwsze osiem lat życia, więc jego prawidłowa pojemność u dzieci w wieku 0–8 lat może być obliczona za pomocą wzoru:  $[(\text{wiek} + 1) \times 30 \text{ ml}]$ .

Obrazy wczesnego wypełniania pęcherza są uzyskiwane u dziecka leżącego na wznak na plecach. Ważne jest odpowiednie zogniskowanie obrazu, gdyż umożliwia to zredukowanie dawki promieniowania. Do oceny połączeń pęcherzowo-moczowodowych i cewki w czasie mikcji niezbędne są obrazy skośne. W pierwszych latach życia wskazane jest cykliczne napełnianie pęcherza, ponieważ większe są szanse wykrycia odpływu pęcherzowo-moczowodowego w trakcie kolejnych mikcji. Pęcherz moczowy jest ponownie napełniany i w czasie drugiej lub trzeciej mikcji cewnik zostaje usunięty, aby uzyskać obraz dobrze wypełnionej cewki moczowej. Profilaktycznie stosowane są antybiotyki doustne lub dopęcherzowe. Cystografia mikcyjna jest przeciwwskazana w przypadkach aktywnego zakażenia układu moczowego. W modyfikowanej cystografii mikcyjnej można zaobserwować zahamowanie lub cofanie się kontrastu w trakcie wlewu kropłowego, co może przemawiać za dysfunkcją zwieracza lub skurczami wypieracza, powodującymi zaburzenia funkcjonalne pęcherza<sup>6,7</sup>.

#### **Ultrasonografia wzmocniona kontrastem (ce-VUS)**

Ultrasonografia mikcyjna wzmocniona kontrastem (ce-VUS) jest alternatywną metodą używaną w Europie, ale rzadko stosowaną w Wielkiej Brytanii. Obecnie rekomendowanymi wskazaniami do ultrasonografii mikcyjnej wzmocnionej kontrastem są skrining populacji, badanie przyłoż-



**RYCINA 4-11 ■ Ultrasonografia mikcyjna wzmocniona kontrastem (ce-VUS)** według wytycznych Europejskiego Towarzystwa Radiologii Pediatricznej. CDS – dopplerowskie USG znakowane kolorem; VUR – odpływ pęcherzowo-moczowodowy. (Za: Riccabona M, Avni FE, Blickman JG et al 2008: Imaging recommendations in paediatric uro-radiology: minutes of the ESPR workgroup session on urinary tract infection, fetal hydronephrosis, urinary tract ultrasonography and voiding cystourethrography. Barcelona, Hiszpania, czerwiec 2007, *Pediatr Radiol* 3B(2): 138–145<sup>1</sup> oraz zaktualizowanym Riccabona M, Vivier HP, Ntoulj A, Darge K, Avni F, Papadopoulou F, Damasio B, Ordning-Mueller LS, Blickman J, Lobo ML, Willi U (2014): ESPR Uroradiology Task Force: Imaging Recommendations in Paediatric Uroradiology, Part VII: Standardized terminology, impact of existing recommendations, and update on contrast-enhanced ultrasound of the paediatric urogenital tract. Report on the mini-symposium at the ESPR meeting in Budapest, czerwiec 2013, *Pediatr Radiol* submit).

kowe i kontrole u dziewczynek, jednak żaden z kontrastów używanych do tego badania nie ma aktualnego atestu do stosowania u dzieci. Dostępne są wytyczne badania oraz stopnie odpływów pęcherzowo-moczowodowych (ryc. 4-11)<sup>1,8</sup>.

**Technika.** Zwykle kontrast SonoVue (Bracco, Włochy) w ilości 0,2–1,0% objętości pęcherza jest podawany przez cewnik do pęcherza, podobnie jak w cystografii mikcyjnej, we wlewie kroplowym z jednoczesnym ultrasonograficznym obrazowaniem układu moczowego według standardowego protokołu. Przeprowadza się dedykowane badanie z kontrastem z niskim indeksem mechanicznym (MI) obu nerek, pęcherza moczowego, przestrzeni zaotrzewnowej i cewki moczowej w trakcie napełniania pęcherza i po jego zakończeniu. Jednocześnie są obserwowane echogeniczne mikro-

pęcherzyki w moczowodach lub miedniczce nerkowej, co przemawia za rozpoznaniem odpływu pęcherzowo-moczowodowego.

## Medycyna nuklearna

### Bezpośrednia cystografia radioizotopowa

Bezpośrednia cystografia radioizotopowa jest metodą przeważnie wykorzystywaną do wykrywania odpływów pęcherzowo-moczowodowych u małych dziewczynek oraz jako badanie kontrolne u małych chłopców.

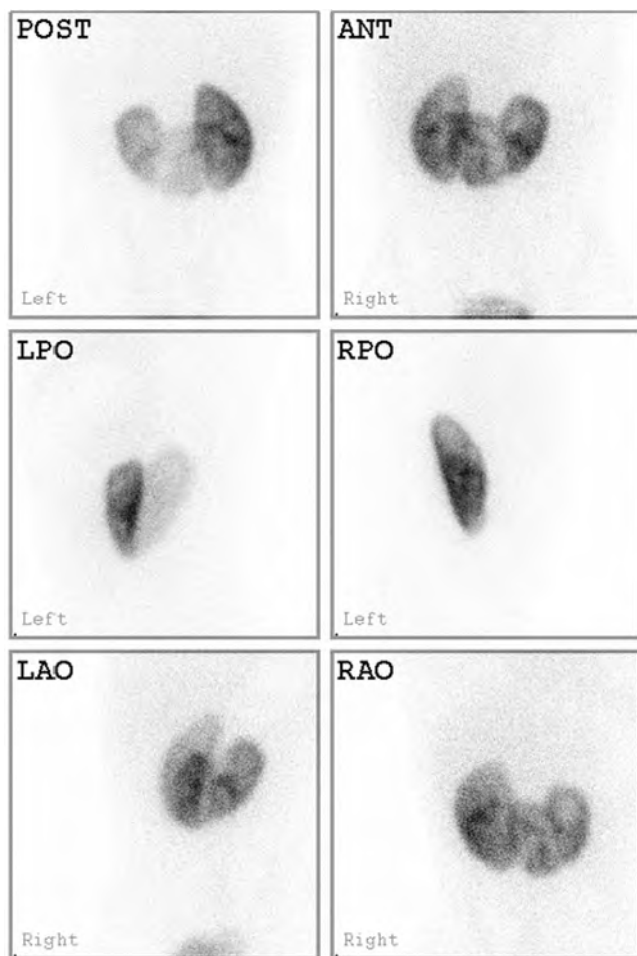
**Technika:** Dziecku leżącemu w gamma kamerze, ubranemu w podwójną pieluszkę, zwykle zakłada się cewnik 6 Fr. Następnie do pęcherza moczowego podaje się dwadzieścia megabequereli <sup>99m</sup>Tc-nadtechnecjanu oraz ciepły roztwór soli fizjologicznej. W trakcie badania dziecko jest unieruchomione workami z piaskiem oraz paskami podtrzymującymi, a pęcherz moczowy jest dwukrotnie wypełniany. Gdy pęcherz moczowy jest dobrze wypełniony, u dziecka dochodzi do spontanicznej mikcji i możliwa jest ocena odpływu pęcherzowo-moczowodowego. W trakcie całego badania nerki powinny stale pozostawać w obrębie pola widzenia, aby można było wykryć odpływ pęcherzowo-moczowodowy.

### Pośrednia cystografia radioizotopowa

Pośrednia cystografia radioizotopowa jest niezwykle pomocnym, dobrze tolerowanym i fizjologicznym badaniem, służącym do oceny czynności nerek i odpływu pęcherzowo-moczowodowego. Badanie to jest przeprowadzane jako ostatni etap renoscyntygrafii dynamicznej nerek u współpracujących dzieci, które potrafią na życzenie oddawać i wstrzymywać moc. Po dynamicznej scyntygrafii nerek z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-MAG3 bez testu diuretycznego gamma kamera jest ustawiana w pozycji pionowej. Dzieci siedzą na podeście tyłem do kamery. Chłopcy mogą stać w trakcie mikcji. Akwizycja rozpoczyna się tuż przed rozpoczęciem mikcji i trwa jeszcze 30 sekund po mikcji lub może trwać maksymalnie do około 2 minut, jeżeli jest taka potrzeba. Badanie może być powtarzane, jeżeli znacznik jest nadal obecny w pęcherzu moczowym, a pęcherz jest niecałkowicie opróżniony, lub w przypadkach spływu znacznika z poszerzonych górnych dróg moczowych do pęcherza. W trakcie fazy dynamicznej badania możliwa jest ocena zaburzeń czynnościowych pęcherza moczowego i wykazanie odpływu pęcherzowo-moczowodowego. Dostępne są stosowne wytyczne pośredniej cystografii radioizotopowej opracowane przez Europejskie Towarzystwo Medycyny Nuklearnej<sup>9</sup>.

### Statyczne badanie scyntygraficzne nerek; scyntygrafia z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-DMSA

Znacznik w postaci kwasu dimerkaptobursztynowego (DMSA) w połączeniu z <sup>99m</sup>Tc-nadtechnecjanem jest przesączany przez kłębuszki nerkowe, ulega reabsorpcji i gromadzi się w kanalikach bliższych, dając statyczny obraz nerek przez kilka godzin. Około 10% znacznika jest wydalane z moczem. Rutynowo uzyskuje się trzy obrazy w projekcjach tylnoprzodnych (obraz PA oraz dwa obrazy skośne) oraz dodat-



RYCINA 4-12 ■ Nerka podkowiasta. Scyntygrafia nerki podkowiastej uwidoczniła połączenie dolnych biegunów w linii pośrodkowej.

kowo obrazy w projekcjach przednio-tylnych w przypadkach nieprawidłowej anatomii nerek (nerka przeszczepiona, nerka miedniczna i ektopowa) lub u chorych ze skoliozą. Następnie obrazy w obu projekcjach są wykorzystywane do pomiaru rozdzielczej funkcji nerek według średniej geometrycznej. W związku z tym, że wychwyt DMSA zależy od wystarczającej filtracji kłębuszkowej, prawidłowa czynność nerek i wydalanie moczu z miedniczki nerkowej są niezbędnymi czynnikami umożliwiającymi otrzymanie istotnych wyników diagnostycznych, jak również uniknięcie sumowania artefaktów.

Głównym zadaniem statycznej scyntygrafii nerek jest ocena rozdzielczej funkcji nerek, zmian bliznowatych i pozapalnych w obrębie kory nerkowej, wad zrośnięcia nerek, ektopowego położenia nerki, wad przebiegających ze zdwojeniem układu kielichowo-miedniczkowego oraz z nadciśnieniem tętniczym (np. ryc. 4-12). Analiza pomiarów rozdzielczej funkcji nerek może być pomocna w ocenie przed przeszczepieniem i po przeszczepieniu nerki. Stosowana jest również w rozpoznanych guzach w obrębie jamy brzusznej, w których występuje wysokie ryzyko zaburzeń przepływu nerkowego lub gdy nerki znajdują się w polu terapeutycznym podczas radioterapii. Wszystkie wskazania do scyntygrafii statycznej nerek znajdują się w tabeli 4-2. Nie ma przeciwwskazań do tego badania.

TABELA 4-2 Wskazania do badania scyntygraficznego nerek z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA

- Ocena rozdzielczej funkcji nerek, np. ocena funkcjonowania miąższu nerek w przypadkach wariantów anatomicznych, takich jak: zdwojenie nerki, nerka podkowiasta, podwójne skrzyżowanie nerki, ektopia nerki
- Ocena zmian pozapalnych w miąższu nerek, zwykle 4–6 miesięcy po zakażeniu układu moczowego
- W nagłych przypadkach do potwierdzenia odmiedniczkowego zapalenia nerek
- Różnicowanie wielotorbielowatej nerki dysplastycznej i nerki z wodonerczem
- Ocena nerek przed planowaną biopsją w obustronnych chorobach nerek
- Ocena funkcji nerek u dzieci z chorobami torbielowatymi nerek
- Ocena zmian ogniskowych w nerkach u dziecka z nadciśnieniem tętniczym, szczególnie przed planowaną angiografią
- Ocena nerki przeszczepionej u dzieci z nieprawidłowościami w obrębie pęcherza moczowego, ze skłonnościami do odpływów moczowodowo-pęcherzowych oraz do bezobjawowych infekcji
- Ocena funkcjonowania miąższu nerek u dzieci z obustronnym guzem Wilmsa, u których rozważana jest operacja oszczędzająca nerki
- Ocena rozdzielczej funkcji nerek u dzieci w trakcie radioterapii okolicy jamy brzusznej, w której nerki znajdują się w polu terapeutycznym

### Dynamiczne badanie scyntygraficzne nerek

Scyntygrafia dynamiczna nerek jest stosowana do oceny funkcji każdej z nerek oraz oceny zaburzeń w odpływie moczu z układu kielichowo-miedniczkowego<sup>10</sup>. W Europie najczęściej stosowanym u dzieci izotopem w badaniach dynamicznych jest  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 (podlega sekrecji kanalikowej i wydalaniu z moczem), który odzwierciedla czynność kłębuszków nerkowych. Podobnie stosowanym radiofarmaceutykiem jest  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA (podlega filtracji kłębuszkowej). Jego wychwyt świadczy o czynności kłębuszków nerkowych, choć jest częściej wykorzystywany do pomiaru wskaźnika filtracji kłębuszkowej (GFR). Ponadto  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA jest jednym z najtańszych znaczników stosowanych w badaniach dynamicznych. Po podaniu dożylnym radiofarmaceutyku około 50% znacznika  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 jest wychwytywanych z krwi i wydzielanych przez kanalik bliższe podczas każdego przejścia przez nerki.  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 podlega sekrecji kanalikowej do światła kanalika. W związku z tym, że  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA ulega filtracji kłębuszkowej, a jego ekstrakcja wynosi około 20%, nie jest to dobry znacznik w badaniach u noworodków, u dzieci z jedną funkcjonującą nerką lub w badaniach ciężkich przypadków przeszkody w odpływie moczu.

Jeżeli występuje poszerzenie układu kielichowo-miedniczkowego w badaniach dynamicznych z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3, to stosowany jest również diuretyk, najczęściej furosemid w dawce 1 mg/kg masy ciała (dawka maksymalna to 20 mg). Czas podania diuretyku jest różnicowany: lek może być podany razem z podaniem lub tuż po podaniu radiofarmaceutyku, aby uchronić dostęp naczyniowy u niespokojnego dziecka. Wykreślone są krzywe renoscyntygraficzne zależne od czasu, które uwidaczniają wychwyt oraz wydalanie znacznika. Obrazy uzyskane podczas fazy wychwytu znacznika (fazy naczyniowej) mogą uwidoczniać zmiany bliznowate, aczkolwiek mniej wyraźne w porównaniu z obrazami w scyntygrafii statycznej nerek

z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA. W diagnostyce ciężkiego zastoju w układzie kielichowo-miedniczkowym w ocenie rozdzielczej funkcji nerek scyntygrafia dynamiczna jest bardziej wiarygodna od badania statycznego. Wskazania do scyntygrafii dynamicznej nerek znajdują się w tabeli 4-3. W przypadkach podejrzenia odpływu pęcherzowo-moczowodowego u dziecka kontrolującego mikcję i współpracującego możliwe jest przeprowadzenie pośredniej cystografii radioizotopowej.

**Technika.** Aby wyniki badania były diagnostyczne, należy przed badaniem zachęcać dziecko do doustnego przyjmowania płynów. Chodzi o odpowiednie nawodnienie chorego przed przybyciem do zakładu medycyny nuklearnej. U dzieci dawka radiofarmaceutyku jest dobierana na podstawie powierzchni ciała: maksymalna dawka w przypadku  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 wynosi 100 MBq. Dziecko w trakcie badania opróżnia pęcherz moczowy, leżąc w pozycji na brzuchu twarzą do kamery. Dziecko jest unieruchamione workami z piaskiem, a jego uwaga jest odwracana telewizją lub filmem. Po 20 minutach od podania radioizotopu otrzymywane są 10-20 sekundowe klatki obrazujące serce, nerki oraz pęcherz moczowy. Po 40 minutach od podania dożylnego znacznika, w badaniach wymagających zmiany pozycji ciała i obserwacji mikcji, dziecko ponownie powinno oddać mocz przed odwróceniem się do kamery.

Pomiary rozdzielczej funkcji nerek są wyliczane na podstawie obrazów dynamicznych w 60 i 120 sekundzie po pojawieniu się szczytowej wartości na krzywych naczyniowych i wyrażone są jako procent całkowitej sumy. Rekomendowanymi metodami oceny rozdzielczej funkcji nerek są wykres Patlaka-Rutlanda oraz metoda zintegrowana. Dokładna interpretacja renoscyntygramów powinna być przeprowadzona w poszerzeniu układu kielichowo-miedniczkowego, np. w przypadku zwężenia podmiedniczkowego moczowodu. Dla poszczególnych faz znacznika oceniane są: kształt krzywej scyntygraficznej, odpowiedź na furosemid oraz wydalanie moczu z poszerzonego układu zbiorczego po zmianie pozycji ciała i po mikcji. Występują cztery typowe wzorce wydalania moczu: (I) prawidłowy, (II) zastój moczu, (IIIa) poszerzenie bez zastoju moczu oraz (IIIb) niejednoznaczny. W idealnych warunkach renoscyntygram powinien zostać porównany z dostępnymi badaniami USG, aby można było dokładnie ocenić miąższ nerek i stopień wodonercza. Prawidłowe nerki z rozdzielczą funkcją poniżej 45% powinny podlegać dalszej kontroli ultrasonograficznej. Jeżeli dochodzi do pogorszenia poszerzenia układu kielichowo-miedniczkowego, a badanie scyntygraficzne z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 wykazuje stopniową utratę funkcji, plastyka miedniczki nerkowej może zapobiec dalszemu upośledzeniu czynności nerek.

**TABELA 4-3 Wskazania do scyntygrafii dynamicznej nerek z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3**

- Ocena funkcji każdej z nerek oraz czynności wydalniczej w przypadkach poszerzonego układu kielichowo-miedniczkowego
- Ocena zróżnicowania funkcji nerek bezpośrednio po zabiegu (np. po plastyce miedniczki nerkowej, po usunięciu stentu double-J)
- Kontrola po przeszczepie nerki – ocena wycieku lub bloku odpływu moczu

**TABELA 4-4 Wskazania do urografii u dzieci**

- Podejrzenie urazu moczowodu lub nerki (jedynie wówczas, gdy badanie TK jest niedostępne)
- Przedłużone obrazowanie nerek, moczowodów i pęcherza moczowego po badaniu TK z kontrastem (uniknięcie ponownego badania TK)
- W rzadkich przypadkach intensywnej terapii w razie braku dostępności badania TK
- Złogi w drogach moczowych przy nierozstrzygającym obrazie USG
- Dużego stopnia patologie układu kielichowo-miedniczkowego i moczowodów (np. uchyłki kielichów lub miedniczki, wczesne stadium nerki gąbczastej, zastawki moczowodu, fałd moczowodu)

## Urografia rentgenowska (urografia dożylna)

Z powodu przewagi wyrafinowanych technik ultrasonograficznych, dobrej dostępności obrazowania wielopłaszczyznowego oraz rozposzechnienia badań scyntygraficznych nerek zastosowanie dożylnej urografii ograniczyło się tylko do kilku wskazań klinicznych (tab. 4-4). Wstępna pełna kontrola urograficzna jest rzadko wskazana, z wyjątkiem złogów w układzie moczowym. Ekspozycja na promieniowanie powinna być zminimalizowana poprzez wykonanie od 1 do 3 zogniskowanych obrazów (KUB-film) w danym czasie oraz opieranie się na indywidualnych wskazaniach.

## Tomografia komputerowa

Urografia TK może być przeprowadzona w przypadkach braku dostępności specjalistycznego badania ultrasonograficznego lub urografii MR. W wieku dziecięcym wskazaniami do obrazowania TK są trzy główne grupy schorzeń: kamica moczowa, nowotwory oraz urazy (tab. 4-5).

### Metoda

Badanie TK bez środka kontrastującego prawie nie ma zastosowania w pediatrii, oprócz kamicy moczowej oraz zwapnień, które i tak najlepiej są widoczne w badaniu USG. Tak więc wymagane jest podanie standardowego niejodowego

**TABELA 4-5 Wskazania do badania za pomocą TK układu moczowego u dzieci**

- Rozpoznanie i przypadki podejrzenia nowotworów złośliwych (obecnie badanie MR jest równie wiarygodne w ocenie guzów jamy brzusznej)
- Ciężki uraz w obrębie jamy brzusznej z podejrzeniem poważnych obrażeń i złamań w obrębie miednicy; krwiomocz; podejrzenie pęknięcia pęcherza moczowego
- Powikłania zakażeń układu moczowego, np. podejrzenie ropnia (jeżeli obrazowanie MR jest niedostępne i obraz USG jest nierozstrzygający)
- Mniej powszechne wskazania obejmują podejrzenia przewlekłego zakażenia układu moczowego, gruźlicę nerek lub nefrokalcynozę (w przypadkach, gdy obraz USG jest nierozstrzygający)
- U dzieci starszych duży kamień nerkowy lub żółtakoziarniakowe odmiedniczkowe zapalenia nerek – dokładna ocena rozmiarów kamienia przed planowanym zabiegiem chirurgicznym
- Angiografia TK może w poszczególnych przypadkach zastąpić konwencjonalną angiografię (zob. podrozdział „Nadciśnienie”)

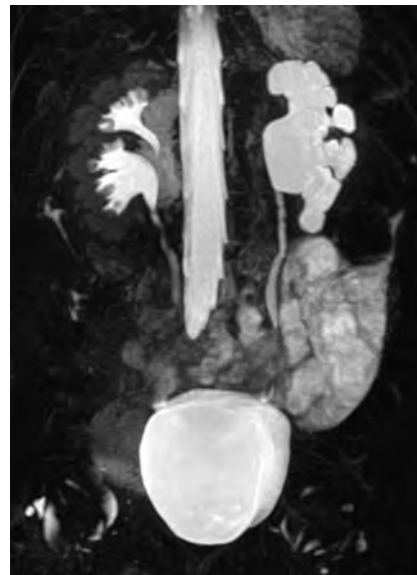


**RYCINA 4-13 ■ Urografia TK.** Obraz objętościowej rekonstrukcji u 12-letniego pacjenta ukazuje mocz wewnątrz układu moczowego.

środku kontrastującego (np. Iohexolu 300) w dostosowanych do wieku dawkach. Nowoczesne techniki obrazowania wykorzystujące automatyczną kontrolę ekspozycji, dostosowane do wieku i wielkości ustawienia wartości kilowatów (kV) i miliamperów (mA), pozwalają na utrzymanie dawki na poziomie diagnostycznego minimum, optymalizują zależne od wieku opóźnienia w czasie oraz pozwalają uniknąć wielofazowych akwizycji. W przypadkach urazów jamy brzusznej opóźnione obrazowanie topograficzne po 10–15 minutach od podania kontrastu (lub technika tzw. opóźnionego bolusu) może być użyteczne w wybranych sytuacjach i umożliwi wykrycie wynaczynienia środka kontrastowego z układu moczowo-płciowego.

## Obrazowanie rezonansem magnetycznym (MR)

Obecnie w przypadkach guzów jamy brzusznej i miednicy badaniem z wyboru jest anatomiczne obrazowanie rezonansem magnetycznym, dające wyśmienity obraz tkanek miękkich w każdej z płaszczyzn bez użycia promieniowania jonizującego. Podczas stosowania nowoczesnych aparatów czas badania ulega skróceniu oraz poprawia się rozróżnianie tkanek. W większości przypadków badanie MR może zastąpić badanie za pomocą tomografii komputerowej, np. w ocenie guza Wilmsa, jednak badanie TK klatki piersiowej może nadal być konieczne do oceny przerzutów do płuc. Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego może być źródłem ważnych informacji anatomicznych przydatnych do opisanego anatomii miednicy, np. w przypadkach obojactwa, a także gdy obrazowanie kręgosłupa i rdzenia kręgowego jest potrzebne do oceny rozsiewu nowotworu lub w razie podejrzenia nieprawidłowości rdzenia kręgowego (pęcherza neurogennego). Najczęstszym zastosowaniem obrazowania MR lub urografii MR jest ocena złożonych wad układu moczowego oraz przeszkody w odpływie moczu. Badania te wła-



**RYCINA 4-14 ■ Urografia MR.** Obraz MR T2-zależny w płaszczyźnie czołowej u 3-letniej dziewczynki ze zdwojeniem układu kielichowo-miedniczkowego o prawidłowym spływie moczu po prawej stronie oraz zwężeniem odcinka podmiedniczkowego moczowodu po lewej stronie.

ściwie zastępują urografię dożylną (ryc. 4-14)<sup>11</sup>. Angiografia MR jest szczególnie użyteczna w ocenie dużych naczyń nerkowych w badaniach przedoperacyjnych (nowotwory), złośliwym nadciśnieniu lub w ocenie przedoperacyjnej i pooperacyjnej przed przeszczepem nerki. Wskazania do urografii wykonanej za pomocą rezonansu magnetycznego są podane w tabeli 4-6.

## Metoda

W większości szpitali obecnie dostępne są specyficzne sekwencje i protokoły dla różnych scenariuszy klinicznych. Podstawą każdego protokołu są osiowe obrazy T1-zależne i T2-zależne, jak i obrazowanie w sekwencjach *single-shot* w płaszczyźnie wieńcowej oraz rekonstrukcje 3D obrazów T2-zależnych, które mogą zilustrować „urogram” całego układu moczowego (ryc. 4-15). Obrazowanie po podaniu środka kontrastującego jest przydatne w ocenie wzmocnienia kontrastowego nowotworów lub wzmocnienia naczyniowego podczas oceny anatomii naczyń. Urografia MR jest jedyną diagnostyczną metodą obrazowania, która dostarcza dokładne szczegóły zarówno funkcjonalne, jak i anatomiczne. Pełne badanie urograficzne MR powinno być prowadzone według specyficznego protokołu, do którego zalicza się nawodnienie, znieczulenie, cewnikowanie i kontrolę diurezy. Sekwencje dynamiczne w obrazach T1-zależnych pokazują wychwyty kontrastu oraz jego eliminację, podobnie jak w badaniach izotopowych. Szybko rozwijające się obrazowanie dyfuzyjne (DWI) pozwala określić wskaźnik komórkowy nowotworu (ale nie różnicuje zmian łagodnych i złośliwych), rozpoznać przerzuty oraz ocenić odpowiedź na leczenie w ostrym odmiedniczkowym zapaleniu nerek i nowotworach. Do wykazania różnic w utlenowaniu nerek w trakcie wystąpienia ostrej przeszkody w odpływie moczu oraz do obrazowania nerki przeszczepionej są stosowane nowe techniki MR, takie

TABELA 4-6 Wskazania do urografii MR u dzieci

- Rozpoznanie oraz badania kontrolne guza lub podejrzenie nowotworu jamy brzusznej lub miednicy
- W ostrym odmiedniczkowym zapaleniu nerek, jeżeli obraz USG jest nierozstrzygujący
- W przypadkach wymagających obrazowania rdzenia kręgowego u dzieci z podejrzeniem pęcherza neurogennego
- Czynnościowa urografia MR do oceny przeszkody w obrębie górnych dróg moczowych i dysplazji nerek
- Angiografia MR z podaniem środka kontrastującego w diagnostyce nadciśnienia tętniczego



RYCINA 4-15 ■ **Urografia MR.** Rekonstrukcja 3D urografii MR w obrazach T2-zależnych przedstawia znacznie poszerzony układ kielichowo-miedniczkowy prawej nerki. Widoczny jest również płyn mózgowo-rdzeniowy.

jak obrazowanie przepływu utlenowanej krwi (*blood-oxygen level-dependent*, BOLD).

## Zabiegi wewnątrznacyniowe

### Angiografia

Angiografia jest badaniem zarezerwowanym do konkretnych sytuacji klinicznych (tab. 4-7), które powinno być wykony-

TABELA 4-7 Wskazania do badania angiograficznego nerek u dzieci

- Podejrzenie nadciśnienia tętniczego pochodzenia naczyniowo-nerkowego, z uwzględnieniem podejrzenia chorób zapalnych naczyń, szczególnie guzkowego zapalenia naczyń
- Cewnikowanie żyły nerkowej z oceną aktywności reninowej osocza w celu potwierdzenia, która nerka jest powodem nadciśnienia tętniczego
- Przed zabiegami wewnątrznacyniowymi, np. embolizacją malformacji tętniczo-żylnych, balonowym poszerzaniem zwężonej tętnicy nerkowej.
- Rzadko przedoperacyjnie w obustronnym guzie Wilmsa
- Embolizacja żył jądrowych podczas obliteracji żyłaków powróżka nasiennego

wane przez doświadczonego operatora. Obrazy skośne oraz obrazy o odpowiednim powiększeniu selektywnej arteriografii są niezbędne do wykrycia drobnych zmian w naczyniach nerkowych.

### Pielografia zstępująca

Badanie to powinno być przeprowadzane przed planowanym zabiegiem przez doświadczonego operatora w zakładzie radiologii lub na sali operacyjnej po to, aby możliwe było poznanie anatomicznych szczegółów niedostępnych w badaniach ultrasonograficznych lub urografii dotyczących miedniczki nerkowej i/lub moczowodów. Czasami badania zstępujące są połączone z testem przepływowo-ciśnieniowym i/lub oceną urodynamiczną, co umożliwia ustalenie patofizjologicznego znaczenia poszerzonego układu kielichowo-miedniczkowego (tzw. test Whitakera).

### Nefrostomia

Podobnie jak u dorosłych, umieszczenie podwójnie zgiętego cewnika DJ (*double-J*) w poszerzonej miedniczce nerkowej lub moczowodzie powinno być przeprowadzone pod kontrolą USG przez doświadczonego operatora. Umieszczenie igły oraz podanie środka kontrastującego w odpowiedniej okolicy dolnej grupy kielichów, pod kontrolą USG, pozwala określić poszerzenie układu kielichowo-miedniczkowego przed wprowadzeniem cewnika. Powikłania związane z wprowadzeniem cewnika DJ są podobne, jak w przypadku ogólnych powikłań cewnikowania: wyciek kontrastu i wyciek moczu, więc często zalecane jest połączenie badania ultrasonograficznego z fluoroskopowym.

### Pielografia wstępująca (wsteczna)

Zabieg wprowadzenia rozcieńczonego środka kontrastującego do moczowodu przez cewnik umieszczony w ujściu moczowodu przeważnie jest przeprowadzany przez urologa na sali operacyjnej. Podczas oceny anatomii moczowodu i odpływu moczu za pomocą nowoczesnych giętkich endoskopów urologicznych środek kontrastujący może być podany do górnego odcinka moczowodu lub nawet do samej miedniczki nerkowej.

## Biopsja nerki

W przypadku wielu zaburzeń zajmujących nerki konieczna jest biopsja. Celem biopsji jest potwierdzenie histologiczne lub postawienie rozpoznania zwłaszcza choroby kłębuszkowej nerek, zespołu nerczycowego oraz nefropatii IgA. Za-

biegi chirurgicznego pobrania fragmentu tkanki nerkowej lub przeszskórnej biopsji gruboigłowej pod kontrolą USG powinny być przemyślane z powodu możliwych powikłań, choć rzadkich, takich jak krwiak podtorebkowy i przetoka tętniczo-żylna. Ostatnio zostały opracowane wskazania do przeprowadzania biopsji nerki u dzieci<sup>14,15</sup>.

# WADY WRODZONE

## WADY NEREK

### Agenezja nerek

Jednostronna agenezja nerek występuje z częstością średnio 1 na 1250 żywych urodzeń. Rozpoznanie przedporodowe jest rzadkie, co sugeruje, że agenezja może być wynikiem inwolucji wielotorbielawatej dysplastycznej nerki.

Większość prawidłowo funkcjonujących nerek powinna być zidentyfikowana w badaniu USG, niezależnie od ich położenia, a do wykrycia słabo funkcjonujących nerek mogą być wykorzystane zarówno scyntygrafia nerek, jak i badanie MR. Odpływy pęcherzowo-moczowodowe występują częściej do нефункционujących nerek i są powiązane z nieprawidłowościami po tej samej stronie. Często są nieprawidłowości macicy, pęcherzyków nasiennych i gonad, które znacznie łatwiej można wykryć w okresie noworodkowym, nim te struktury fizjologicznie zanikną.

### Nieprawidłowe przemieszczenie i zrośnięcie nerek

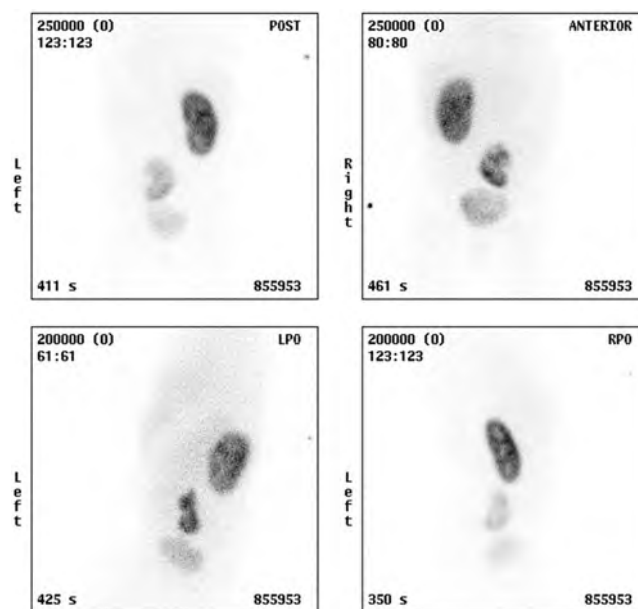
Oparcie się na rozwoju embrionalnym nerek ułatwia zrozumienie różnorodności form wad nerek i anomalii naczyniowych. Nerka początkowo kształtuje się z przewodu śródnerczowego, pączka moczowodowego i nerki ostatecznej w 4 tygodniu życia płodowego. Pierwotne nerki zstępując dokonują zwrotu o 90 stopni z płaszczyzny poziomej do pionowej; zaopatrzenie naczyniowe otrzymują od aorty, a drenaż następuje do żyły głównej dolnej. Brak migracji nerki, a także niecałkowite lub nieprawidłowe zstępowanie nerki skutkują występowaniem nerki położonej ektopowo. Gdy obie nerki stykają się ze sobą podczas procesu zstępowania, powstają wady zrośnięcia nerek.

### Ektopia nerki

W przybliżeniu 1 na 1000 nerek jest położona ektopowo, z czego 10% występuje obustronnie. Nerka ektopowa znajduje się najczęściej w obrębie miednicy mniejszej, leży przeważnie do przodu od kości krzyżowej tuż poniżej rozwidlenia aorty (ryc. 4-16). Wewnątrz klatki piersiowej nerki (wstępujące przez otwór Bochdaleka) pojawiają się rzadko. Sporadycznie może występować wysoko ustawiona nerka ektopowa pokryta bardzo cienką warstwą błoniastą przepony. Gruczoły nadnerczowe przeważnie są położone prawidłowo, mimo ektopii nerek, a wiele wad nadnerczy jest niepowiązanych ze zmianami w nerkach.

## Wady zrośnięcia nerek

Najczęstszą wadą połączenia nerek jest nerka podkowiasta. W takim przypadku dolne bieguny nerek są połączone w linii pośrodkowej najprawdopodobniej wskutek nieprawidłowego położenia naczyń pępkowych, powodujących schodzenie się ze sobą rozwijających się zawiązków nerek. Cieśń łącząca obie części nerki podkowiastej zwykle leży do przodu od aorty i żyły głównej dolnej na wysokości tętnicy kręzkowej dolnej. Leżące ku przodowi nieprawidłowo zrotowane układy zbiorcze nerek mogą prowadzić do zwężenia podmiędniczkowego moczowodu i być przyczyną zakażeń oraz złożeń. Nieprawidłowa oś dolnych biegunów każdej z nerek w przypadku nerki podkowiastej powinna zostać zauważona w trakcie badania USG. Jeżeli gazy jelitowe przesłaniają badany obraz, to w rozpoznaniu może być pomocny brak uwidocznienia przyśrodkowego zarysu nerek i widoczne stopniowe uciśnięcie mięszu. Same nerki mogą stanowić okno do zobrazowania łączącego je mięszu. W ocenie funkcjonowania mięszu nerki podkowiastej może być pomocna scyntygrafia nerek. Również badanie MR wykazuje anatomiczne wady nerek często z powiązanymi nieprawidłowościami na-



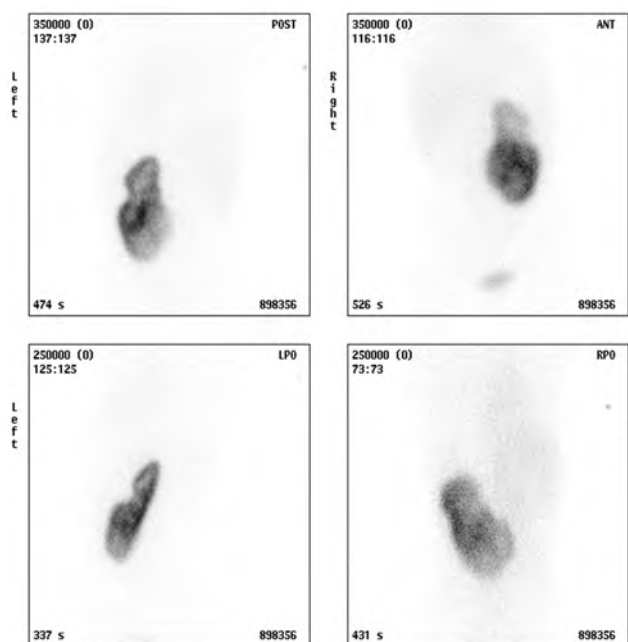
RYCINA 4-16 ■ Ektopia nerki. Scyntygrafia z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-DMSA nerki położonej ektopowo w miednicy mniejszej uwidoczniła zmiany bliznowate po nawracających zakażeniach układu moczowego.



czyń oraz ich powikłaniami. Nerka podkowiasta często ulega urazom w wypadkach komunikacyjnych z powodu swojego położenia względem pasa bezpieczeństwa (biodrowego). Do oceny małych zmian pourazowych w nerce podkowiastej dopplerowskie badanie mocy USG jest bardziej przydatne niż badanie TK. U chorych z nerką podkowiastą występuje podwyższone ryzyko pojawienia się guza Wilmsa, a sama wada może współwystępować w zespole Edwardsa (trisomia 18 chromosomu) i zespole Turnera.

## Ektopia skrzyżowana

W badaniach autopsyjnych ektopia skrzyżowana nerek występuje z częstością 1/7000. Nerka ektopowo skrzyżowana leży po przeciwnej stronie w stosunku do ujścia jej moczowodu do pęcherza. Częściej przemieszczona jest nerka lewa i zwykle górny biegun nerki ektopowej zrasta się z dolnym biegunem nerki leżącej we właściwym miejscu, tworząc kształt litery L (ryc. 4-17). Sporadycznie ektopowo skrzyżowana nerka pozostaje niezrosnięta. Obraz USG uwidacznia dużą masę mięszu nerek po jednej stronie i brak nerki po stronie przeciwnej. Ze względu na nieprawidłowości w rotacji często występują zwężenie podmiędniczkowe moczowodu i odpływy pęcherzowo-moczowodowe. W ocenie wydalania moczu pomocne jest badanie scyntygrafii nerek z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 (lub dynamiczna urografia MR). W ektopii skrzyżowanej mogą współwystępować powiązane wady (np. asocjacja VACTERL).



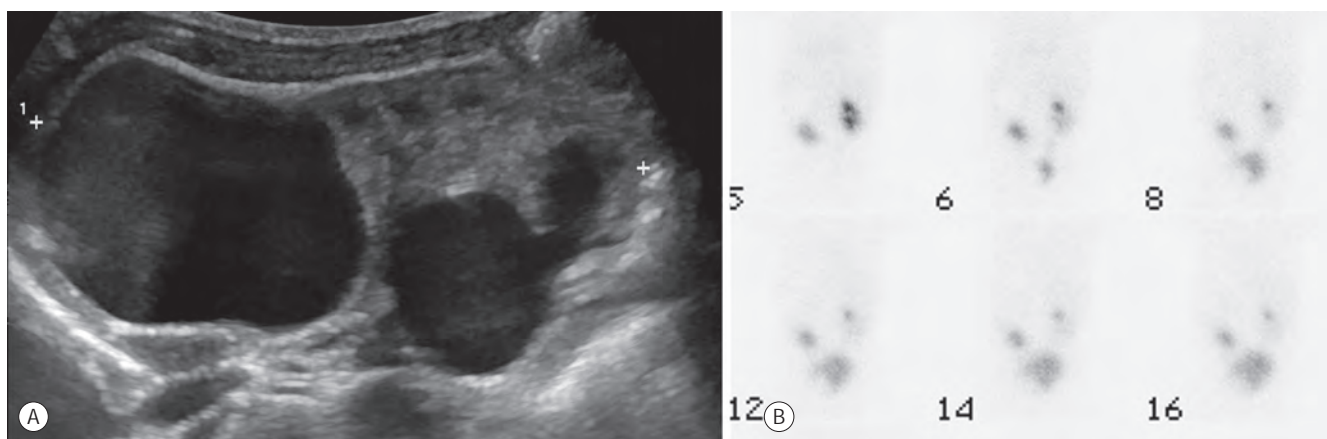
RYCINA 4-17 ■ Ektopia skrzyżowana nerek. Scyntygrafia nerek z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA uwidacznia ektopię skrzyżowaną nerek.

wodu do pęcherza. Częściej przemieszczona jest nerka lewa i zwykle górny biegun nerki ektopowej zrasta się z dolnym biegunem nerki leżącej we właściwym miejscu, tworząc kształt litery L (ryc. 4-17). Sporadycznie ektopowo skrzyżowana nerka pozostaje niezrosnięta. Obraz USG uwidacznia dużą masę mięszu nerek po jednej stronie i brak nerki po stronie przeciwnej. Ze względu na nieprawidłowości w rotacji często występują zwężenie podmiędniczkowe moczowodu i odpływy pęcherzowo-moczowodowe. W ocenie wydalania moczu pomocne jest badanie scyntygrafii nerek z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 (lub dynamiczna urografia MR). W ektopii skrzyżowanej mogą współwystępować powiązane wady (np. asocjacja VACTERL).

## Wady przebiegające ze zdwojeniem

Zdwojenie układu kielichowo-miedniczkowego jest najczęstszą wadą wrodzoną układu moczowego (występuje u 2% populacji). Całkowite zdwojenie powstaje, gdy dwa oddzielne pączki moczowodowe wnikają do przewodu śródnerczowego. Moczowód odchodzący od dolnego układu kielichowo-miedniczkowego uchodzi do pęcherza bardziej ku górze i bocznie w stosunku do ujścia moczowodu górnego układu zbiorczego, co zwiększa ryzyko wystąpienia odpływu pęcherzowo-moczowodowego. Moczowód od układu położonego wyżej uchodzi zwykle ektopowo, jego ujście znajduje się przyśrodkowo i ku górze, może kończyć się jako ureterocele ektopowe, doprowadzając do powstania przeszkody w odpływie moczu i różnego stopnia dysplazji (ryc. 4-18). Czasami uwidocznienie górnego układu kielichowo-miedniczkowego jest trudne, a ektopowe ujście moczowodu układu położonego powyżej do pochwy u dziewczynek może skutkować nietrzymaniem moczu i nawracającymi zakażeniami układu moczowego. Konieczne jest dokładne badanie USG, uzupełnione urografią MR, by można było ocenić zarówno echogeniczność, jak i możliwy stopień hipoplazji górnej części nerki.

Niecałkowite zdwojenie moczowodu (niecałkowite zdwojenie) to zdwojenie moczowodu powyżej pęcherza. Dynamiczne badanie nerek może wykazać odpływ pęcherzowo-moczowodowy w kształcie litery Y, w trakcie którego



RYCINA 4-18 ■ Zdwojenie nerki. (A) Obraz USG uwidoczniał rażąco poszerzony górny układ zbiorczy prawej nerki z mniejszym poszerzeniem układu dolnego. (B) Wybrane obrazy scyntygrafii nerek z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 uwidocznili zdwojenie układu kielichowo-miedniczkowego z przeszkodą w odpływie moczu z układu górnego.

przechodzący znacznik uwidacznia dwa moczowody odchodzące od dwóch miedniczek nerkowych, które łączą się, tworząc jeden wspólny moczowód w części dalszej. Obraz nerek u tych dzieci jest taki sam, jak w całkowitym zdwojeniu. Najłagodniejszą postacią zdwojenia niecałkowitego jest dwudzielna miedniczka nerkowa. Ureterocele wnikające do pochwy u noworodków może przedstawiać się jako guz okolicy krocza, natomiast ureterocele uchodzące do części tylnej cewki moczowej może dawać objawy przeszkody podpęcherzowej (imitując zastawkę cewki tylnej).

### Obrazowanie

Rozpoznanie w badaniu ultrasonograficznym zdwojenia układu kielichowo-miedniczkowego opiera się na stwierdzeniu nerki większej niż pojedynczy prawidłowy narząd z dwoma odrębnymi układami zbiorczymi, które są oddzielone pasmem wrastającego mięszu. Wygląd zdwojonej nerki jest zróżnicowany i zależy od towarzyszących patologii. Górny układ kielichowo-miedniczkowy może być hipoplastyczny, jednak przeważnie jest poszerzony, zwłaszcza gdy współwystępuje z ureterocele lub ektopowym ujściem moczowodu (ryc. 4-19 i 4-20). Badanie dopplerowskie mocy i badanie dopplerowskie kodowane kolorem pozwala ocenić stopień dysplazji nerki i może uwidoczniać strumień wytryskiwanego moczu z ektopowo położonego ujścia moczowodu. Dolny układ kielichowo-miedniczkowy może być poszerzony w wyniku zwężenia podmiedniczkowego moczowodu lub wykazywać pogrubienie ścian i blizny korowe, co przemawia za istnieniem odpływu pęcherzowo-moczowodowego.

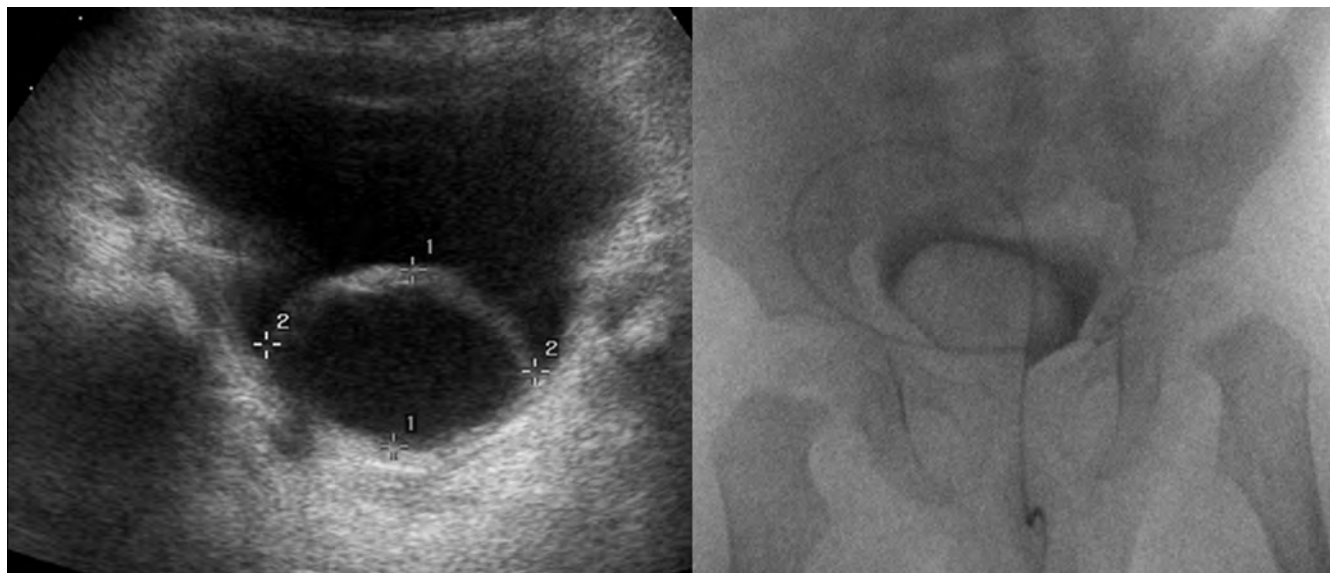
Scyntygrafia nerek z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$  może pomóc w ocenie funkcji nerek, zmian bliznowatych oraz dysplazji, pozwalając na jednoczesny pomiar względnego podziału w funkcjonowaniu każdego z układów zbiorczych. Proste zdwojenie układu kielichowo-miedniczkowego może demonstrować się w badaniu dynamicznym jako 60% rozdzielczej funkcji nerek w porównaniu z prawidłową przeciwległą nerką, dając niekiedy fałszywy obraz zmniejszonej

funkcji nerki prawidłowej. Wierzchołek zdwojonej nerki na obrazach scyntygrafii statycznej z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc-DM-SA}$  może celować w tożsodne ramię, a nie w ramię przeciwległe, sugerując konieczność poszukiwania dwóch oddzielnych układów kielichowo-miedniczkowych w badaniu USG. Do oceny czynności nerek i wydalania moczu w złożonym zdwojeniu układu kielichowo-miedniczkowego jest również stosowana renoscyntygrafia z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ , a pośrednia cystografia radioizotopowa jest wykorzystywana do oceny odpływu pęcherzowo-moczowodowego do dolnego układu zbiorczego. Prawidłowa interpretacja i pomiary testów renoscyntygraficznych opierają się w dużym stopniu na danych anatomicznych pozyskanych z badania ultrasonograficznego lub obrazów uzyskanych za pomocą rezonansu magnetycznego.

Cystografia mikcyjna jest stosowana do oceny ureterocele lub odpływu pęcherzowo-moczowodowego do dolnego układu zbiorczego zdwojonej nerki. Anatomiczne obrazy w sekwencjach obrazowania metodą rezonansu magnetycznego pozwalają określić dolny i górny biegun nerki, a urografia MR umożliwi zróżnicowanie poszerzenia układu kielichowo-miedniczkowego spowodowanego obecnością lub brakiem przeszkody w odpływie moczu. Do stworzenia rekonstrukcji do dokładnej oceny ektopowo położonego ujścia moczowodu służą odpowiednie nawodnienie pacjenta oraz wystarczające wypełnienie pęcherza moczowego i moczowodów, wysokiej rozdzielczości obrazy i dane 3D.

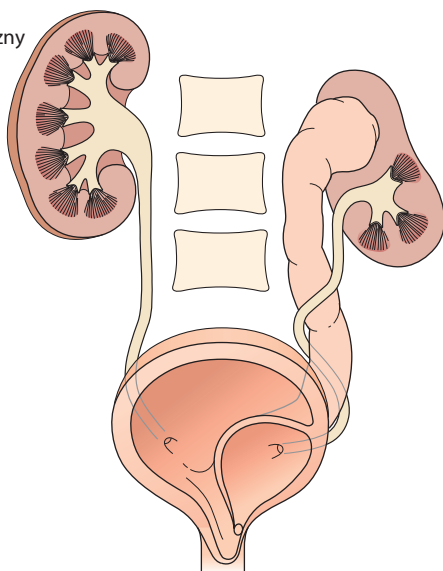
### Wady miedniczki nerkowej i moczowodów

Obraz USG może uwidoczniać zarówno wrodzone, jak i nabyte (wtórne do zakażenia układu moczowego lub występowania złożeń) uchyłki kielichów nerkowych lub ich poszerzenie wskutek zwężenia lejka. Potwierdzenie można uzyskać w badaniu metodą rezonansu magnetycznego lub w urografii MR. Słabo poznanym stanem jest olbrzymie poszerzenie kielichów (*megacalycolosis*), w którym dysplastyczne kielichy są znacznie poszerzone bez przeszkody w odpływie moczu.

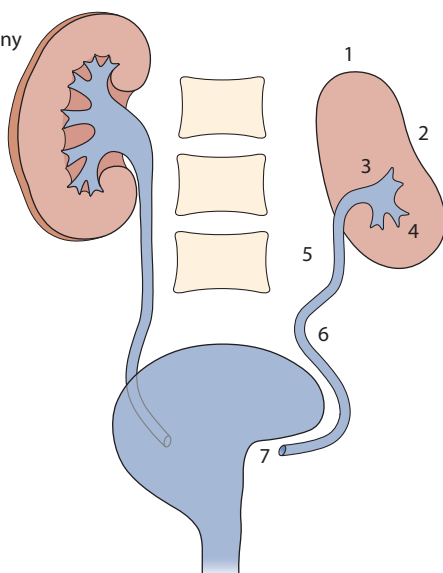


RYCINA 4-19 ■ Ureterocele. Duże ureterocele rozpoznane w badaniu USG, wyraźnie widoczne w cystografii mikcyjnej podczas wczesnego wypełnienia pęcherza, kiedy to kontrast oblewa obwodowo ureterocele znajdujące się wewnątrz pęcherza.

Schemat anatomiczny



Schemat urograficzny



**RYCINA 4-20 ■ Zdwojenie układu kielichowo-miedniczkowego.** Schemat przedstawiający zdwojenie układu zbiorczego nerki z ureterocele ektopowym nieczynnego układu górnego. Rozpoznanie zależy od stwierdzenia objawów pośrednich: 1 = zwiększona odległość między górnym brzegiem uwidocznionego układu zbiorczego a górnym biegunem nerki; 2 = nieprawidłowo zrotowany układ kielichowo-miedniczkowy; 3 = wpuklenie górnego bieguna miedniczki nerkowej; 4 = zmniejszona liczba kielichów nerkowych względem nerki przeciwnej; 5 = boczne przemieszczenie nerki i moczowodu; 6 = boczny przebieg uwidocznionego moczowodu; 7 = ubytek wypełnienia w rzucie pęcherza moczowego.

Prawdopodobnie stan ten powstaje wskutek niedorozwoju piramid nerkowych lub wad rozwojowych (kształtem przypomina nerkę miedniczną) i może współwystępować z moczowodem olbrzymim i ektopią nerki. Zatem poszerzenie moczowodu lub układu kielichowo-moczowodowego nie musi oznaczać istnienia przeszkody w odpływie moczu, więc chirurgiczna korekcja poszerzonych dróg moczowych nie jest konieczna, chociaż powstają warunki sprzyjające tworzeniu złożeń.

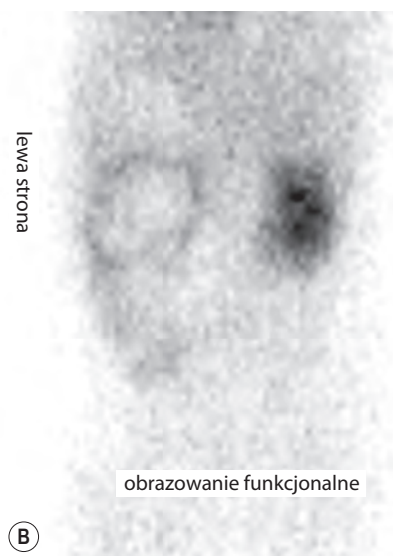
## Podmiedniczkowe zwężenie moczowodu

Podmiedniczkowe zwężenie moczowodu jest najczęstszą przyczyną poszerzenia dróg moczowych. Pojawia się aż w 40% przypadków. W razie podejrzenia podmiedniczkowego zwężenia moczowodu lub pseudoniedrożności dróg moczowych niezwykle istotne jest przedporodowe i poporodowe badanie ultrasonograficzne nerek. Słabo poznanymi aspektami tej wady są możliwość istnienia anatomicznej nieprawidłowości prowadzącej do wystąpienia prenatalnie jednostronnego wodonercza lub obecność nieprawidłowo przebiegającego naczynia powodującego ucisk od zewnątrz, który zazwyczaj daje objawy w postaci okresowych bólów lub zakażenia układu moczowego. Nieprawidłowa perystaltyka moczowodu lub odpływ pęcherzowo-moczowodowy (współistniejący z zakażeniami) mogą prowadzić do skręcania, włóknienia lub opóźnionej rekanalizacji moczowodu. Przyczynami wtórnego zwężenia podmiedniczkowego moczowodu mogą być zmiany pojawiające się w wyniku powstania blizn i zwężeń po przebytych infekcjach układu moczowego, przypadki odpływów pęcherzowo-moczowodowych wysokiego stopnia, wydłużone i kręte moczowody olbrzymie, guzy powodujące ucisk z zewnątrz oraz włóknienie zaotrzewnowe.

### Obrazowanie

Rozpoznanie podmiedniczkowego zwężenia moczowodu jest bardzo istotne w poważnych przypadkach ulegających progresji i powodujących upośledzenie funkcji nerek, które mogą wymagać interwencji chirurgicznej. Wstępne badanie ultrasonograficzne jest przeprowadzane około 7 doby życia; chodzi o to, by noworodek został dobrze nawodniony oraz by nie doszło do zaniżonej oceny stopnia poszerzenia miedniczki nerkowej. Przekrój poprzeczny miedniczki nerkowej w pozycji leżącej na brzuchu jest używany do oceny wymiaru przednio-tylnego miedniczki; jeżeli w prenatalnie wykonanym USG szerokość wynosi od 7 do 10 mm, to powinien być skontrolowany w okresie noworodkowym; wymiar przekraczający 1 cm pozwala na ustalenie odpowiedniego stopnia wodonercza<sup>16</sup>. Funkcjonowanie nerki i wydalanie moczu są oceniane w trakcie scyntygrafii nerek z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-MAG3 lub w funkcjonalnej urografii MR (ryc. 4-21). Badania te powinny być wykonane, gdy dziecko przekroczy 6–8 tydzień życia, rutynowo w 3 miesiącu, kiedy to układ moczowy osiąga częściową dojrzałość; wtedy ocena jest dokładna.

Wczesna ocena funkcji nerek jest konieczna, jeżeli obustronne poszerzenie miedniczki jest znacznego stopnia, warstwa mięśniewa jest wąska, echogeniczna i bez zachowanego zróżnicowania korowo-rdzeniowego oraz w przypadku zmniejszonego przepływu naczyniowego w badaniu dopplerowskim mocy (*USG power Doppler*). Ultrasonografia z wykonaniem wszystkich pomiarów przed i po mikcji oraz po podaniu furosemidu umożliwia odróżnienie poszerzenia układu kielichowo-miedniczkowego od (częściowej) przeszkody w odpływie moczu, w przypadku której może być konieczna dalsza diagnostyka obrazowa. W poważnych obustronnych przypadkach w ocenie względnego podziału każdej z nerek i ich całkowitego funkcjonowania może być użyteczna scyntygrafia z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-DMSA. Takie



RYCINA 4-21 ■ **Zwężenie podmiedniczkowe moczowodu.** Wodonerczowo poszerzony układ zbiorczy lewej nerki w badaniu USG (A) o upośledzonej funkcji w badaniu scyntygraficznym z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 (B).

badanie musi być przeprowadzone ze szczególną dokładnością. Przed badaniem dziecko rutynowo musi być dobrze nawodnione, a furosemid powinien być podany zaraz po bolusie izotopu. Dostępny jest też szeroki wachlarz protokołów badania.

W trakcie badania dynamicznego nerek powinno zostać wykonane późne zdjęcie po zmianach pozycji ciała i mikcji (jeżeli pęcherz został opróżniony). Można wtedy ocenić udział siły grawitacji w spływie moczu z poszerzonego górnego układu kielichowo-miedniczkowego. Stopień zastoju moczu nie może być oceniany jedynie w pozycji leżącej na plecach, niezbędne są również obrazy po mikcji i po usunięciu cewnika. Jeżeli stwierdza się upośledzenie w funkcjonowaniu zajętej nerki i poszerzenie miedniczki nerkowej pogarsza się w kolejnych badaniach USG, urodzicy mogą przychylić się do decyzji o zabiegu operacyjnym. Korekcji chirurgicznej musi być poddanych mniej niż 25% prenatalnie rozpoznanych przypadków zwężenia podmiedniczkowego moczowodu.

### Moczowód olbrzymi (*megaureter*)

Jeżeli moczowód płodu jest widoczny wewnątrzmacicznie, to oznacza, że jest poszerzony. Obraz taki może oznaczać obecność moczowodu olbrzymiego pierwotnego lub wtórnego wskutek istniejącego odpływu pęcherzowo-moczowodowego. Moczowód poszerzony w znacznym stopniu może występować bez współistniejących przeszkód w odpływie moczu lub refluksu oraz jako postać wtórna (np. wskutek istnienia zastawki cewki tylnej lub obecności ureterocele).

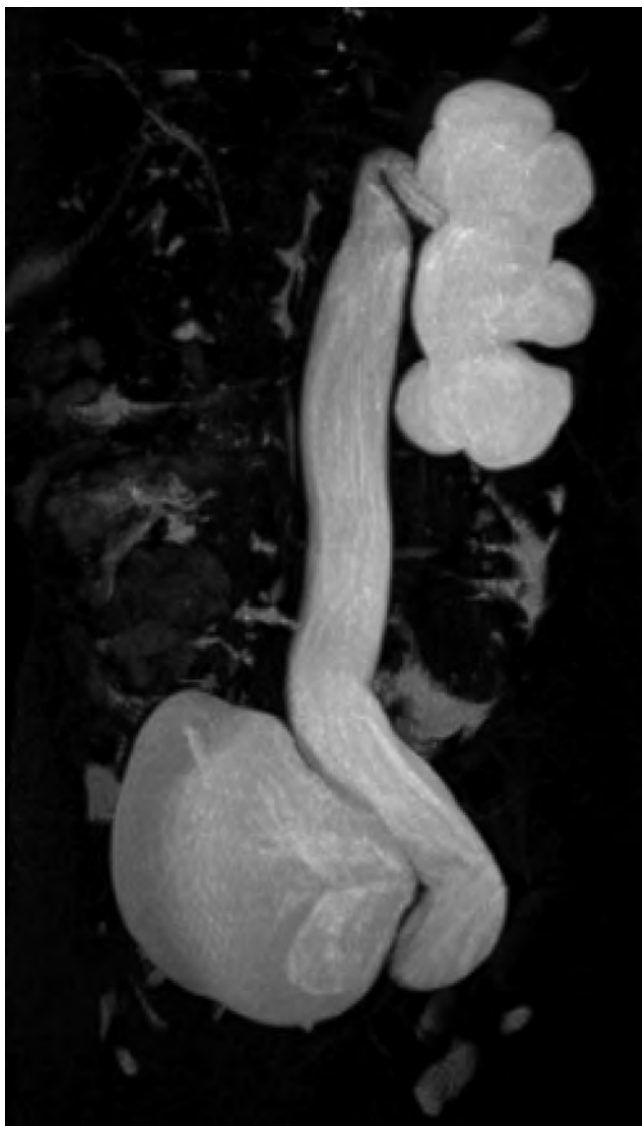
### Obrazowanie

Do uwidocznienia ureterocele lub ewidentnych objawów odpływu pęcherzowo-moczowodowego (np. bocznie położone, zięjące ujście moczowodu, wzmocniona trabekulacja i pogrubienie ścian pęcherza moczowego, niecałkowite opróżnienie pęcherza po mikcji) jest wykorzystywana ultrasonografia.

Z łatwością można stwierdzić obustronną wadę lub przyczynę ucisku z zewnątrz prowadzącą do postaci wtórnej moczowodu olbrzymiego. Cystografia mikcyjna lub ultrasonografia mikcyjna wzmocniona kontrastem (ce-VUS) umożliwiają ocenę, czy przyczyną poszerzenia moczowodu jest jedynie odpływ pęcherzowo-moczowodowy, czy też jest on zjawiskiem współistniejącym z megaureterem. Urografia MR jest wykorzystywana do anatomicznej oceny w bardziej skomplikowanych przypadkach (ryc. 4-22) ze względu na możliwość analizy w sekwencjach dynamicznych perystaltyki moczowodu, wydalania moczu i funkcji nerek.

### Wady pęcherza moczowego

Wady wrodzone pęcherza moczowego, obejmujące szeroką grupę nieprawidłowości, takich jak pęcherz wyciowany, wierzchniactwo i wyciowana kloaka (zespół wyciowania i wierzchniactwa), występują zazwyczaj u chłopców z częstością 1 na 20 tysięcy żywych urodzeń. Brak prawidłowego pęcherza lub niemożność jego uwidocznienia w prenatalnym badaniu USG mogą sugerować wyciowanie pęcherza. Stan ten jest spowodowany brakiem zamknięcia powłok jamy brzusznej w trakcie życia płodowego; prowadzi to do wysunięcia pęcherza moczowego przed przednią ścianą jamy brzusznej, czemu może towarzyszyć wytrzewienie. U niemowląt płci męskiej z wierzchniactwem (ujście zewnętrzne cewki znajduje się na grzbietowej powierzchni prącia) obserwowane są również otwarte wady brzuszne lub kroczone oraz rozejście spojenia łonowego. Rozpoznanie prenatalne jest trudne, a objawy są najczęściej widoczne w momencie urodzenia. Do szacunkowej oceny stopnia ciężkości wady może posłużyć pomiar szerokości rozejścia spojenia łonowego w prenatalnym badaniu USG lub na zdjęciu rentgenowskim (ryc. 4-23). Rozejście spojenia łonowego nie powinno przekroczyć 10 mm, szerokość 10–25 mm sugeruje wierzchniactwo, a powyżej 25 mm wyciowanie pęcherza. Drogi moczowe oraz nerki są zazwyczaj prawidłowe. Leczenie polega na wieloetapowej rekonstrukcji pęcherza moczowego i na-



**RYCINA 4-22 ■ Moczowód olbrzymi.** Rekonstrukcja 3D urografii MR w obrazach T2-zależnych przedstawia moczowód olbrzymi z dodatkowym zagięciem w miejscu połączenia miedniczkowo-moczowodowego i znacznie poszerzony układ zbiorczy nerki.

rządów płciowych zewnętrznych. W trakcie leczenia wskazane jest wykonanie dokładnych badań ultrasonograficznych i scyntygraficznych, gdyż częstymi zjawiskami towarzyszącymi są odpływy pęcherzowo-moczowodowe i przeszkoda w odpływie moczu po rekonstrukcji pęcherza moczowego.

### Zespół niedorozwoju mięśni powłok jamy brzusznej

Zespół niedorozwoju mięśni powłok jamy brzusznej (zespół suszonej śliwki, *prune-belly syndrome*) charakteryzuje się triadą objawów: niedorozwojem lub brakiem mięśni powłok jamy brzusznej, wadami układu moczowego oraz obustronnym niezstąpieniem jąder. Zespół ten występuje prawie wyłącznie u chłopców z częstością 1 na 40 tysięcy żywych urodzeń. Natomiast u dziewczynek nie występuje pełna triada objawów i zmiany ze strony układu moczowego są mniej nasilone. Główna przyczyna zespołu niedorozwoju



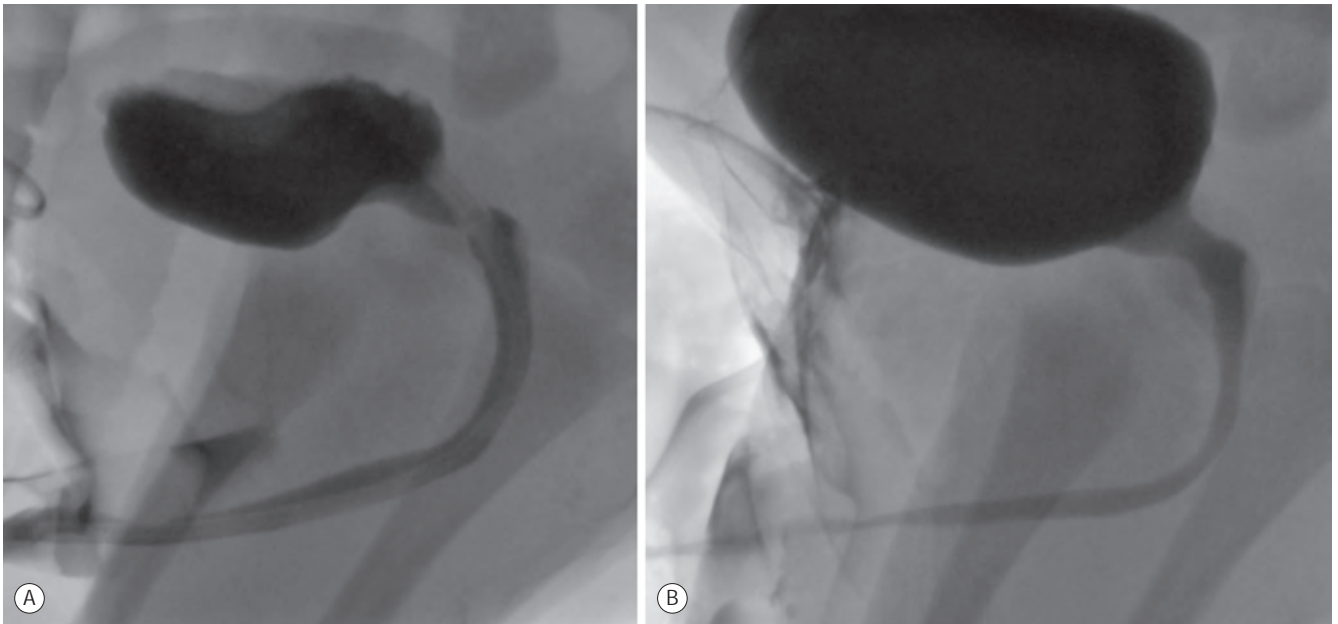
**RYCINA 4-23 ■ Pęcherz wynicowany.** Zdjęcie jamy brzusznej ukazuje cieniujący kamień nerkowy u pacjenta z wynicowanym pęcherzem i charakterystycznym rozjęściem spojenia łonowego.

mięśni powłok jamy brzusznej jest nieznana, ale sugeruje się uszkodzenie pierwotnej mezodermy powłok jamy brzusznej na wczesnych etapach embriogenezy lub wpływ ciężkiej przeszkody podpęcherzowej prowadzący do nadmiernego rozciągnięcia mięśni powłok jamy brzusznej i układu moczowego.

Klinicznie zespół manifestuje się miękkimi powłokami jamy brzusznej ze ścięszłą, wiotką skórą i wypukłym brzuchem. Badanie USG może sprawiać trudności techniczne, ale wykazuje powiększony pęcherz moczowy o dużej pojemności, poszerzone moczowody z nieco poszerzonymi układami zbiorczymi nerek oraz brak lub niedorozwój mięśni powłok jamy brzusznej. Szyja pęcherza jest szeroka, a poszerzona część tylna cewki ze zwężającym się stożkowatym światłem w części przedniej cewki powoduje, że strumień wypływu moczu jest słaby (pseudozastawka). Rokowanie zależy od stopnia zaawansowania dysplazji nerek. Dzieci z zespołem niedorozwoju mięśni powłok jamy brzusznej mają skłonności do odpływów pęcherzowo-moczowodowych i w konsekwencji do zakażeń układu moczowego. Do oceny odpływów pęcherzowo-moczowodowych i cewki moczowej wskazana jest cystografia mikcyjna. Dynamiczna scyntygrafia nerek z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$  jest pomocna w ocenie funkcji nerek i wydalania moczu u dzieci bez uszkodzenia nerek, objętych długoterminową opieką i kontrolą.

### Zaburzenia funkcji pęcherza moczowego i pęcherz neurogeny

Nieskoordynowane skurcze mięśnia wypieracza i rozluźnianie mięśnia zwieracza zewnętrznego (spowodowane np. rozszczepem kręgosłupa i przepukliną oponową) prowadzą u dzieci z pęcherzem neurogennym do samoistnych, niekontrolowanych mikcji oraz niecałkowitego opróżniania pęcherza moczowego. Wstępne badanie USG lub MR jest niezbędne do wykluczenia wad kręgosłupa. Jeżeli w badaniach obrazowych przyczyna nie zostanie znaleziona, stosuje się



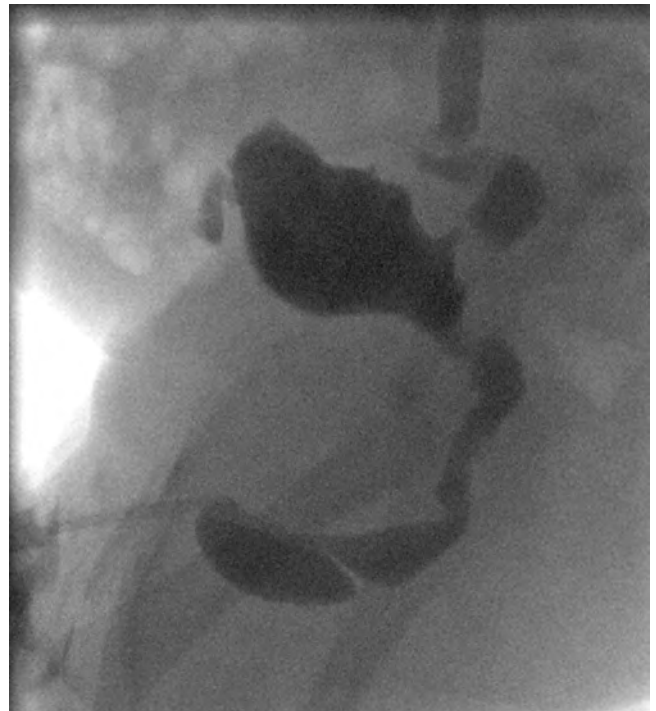
**RYCINA 4-24 ■ Prawidłowa cewka moczowa.** Cystografia mikcyjna uwidacznia obrazy męskiej cewki moczowej z cewnikiem w jej świetle (A) oraz po usunięciu cewnika (B).

po jego usunięciu, aby wykluczyć możliwość przyparcia fałdu zastawki przez cewnik (ryc. 4-24).

Odprowadzenie moczu z górnych dróg moczowych przez nefrostomię lub przetokę moczowodową jest niezbędne do zachowania prawidłowej czynności nerek. Leczenie opiera się na wczesnym cystoskopowym przecięciu zastawki z następczym opróżnieniem pęcherza moczowego. Ponieważ po zabiegu wycięcia zastawki mogą pozostać resztki fałdów zastawki, wskazana jest dalsza kontrola w badaniach za pomocą cystografii mikcyjnej i cystoskopii. Do oceny czynności nerek początkowo wykorzystuje się scyntygrafię nerek z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ , natomiast dalsza kontrola funkcji nerek opiera się na obrazowaniu ultrasonograficznym i scyntygrafii z zastosowaniem  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$ . Utrzymanie prawidłowej czynności nerek u chorych z zastawką cewki tylnej jest możliwe po leczeniu chirurgicznym odpływów pęcherzowo-moczowodowych. U chłopców z ciężką dysplazją nerek dochodzi do schyłkowej niewydolności nerek przed ukończeniem 20 roku życia.

### **Wady części przedniej cewki moczowej**

Zastawka cewki przedniej występuje około 10-krotnie rzadziej niż zastawka cewki tylnej. Zastawka może być zlokalizowana w dowolnym miejscu na przebiegu przedniego odcinka cewki i często współwystępuje z uchyłkami cewki moczowej. Ciężka postać jest często rozpoznawana już w okresie noworodkowym, postać łagodna może dawać objawy w późnym dzieciństwie. W badaniu za pomocą cystografii mikcyjnej typowo mogą się pojawić wydęcie cewki moczowej oraz odchylenie prącia. Uchyłkiem cewki moczowej (*syringocele*) jest nazywany poszerzony gruczoł Cowpera lub uwypuklający się kanał, które mogą stanowić przeszkodę w obrębie cewki u noworodka (ryc. 4-25 i 4-26). W późnym dzieciństwie czasami występują niespecyficzne objawy, takie jak kropłowy wyciek moczu lub krwimocz. Samoistne pęknięcie lub przezcewko-

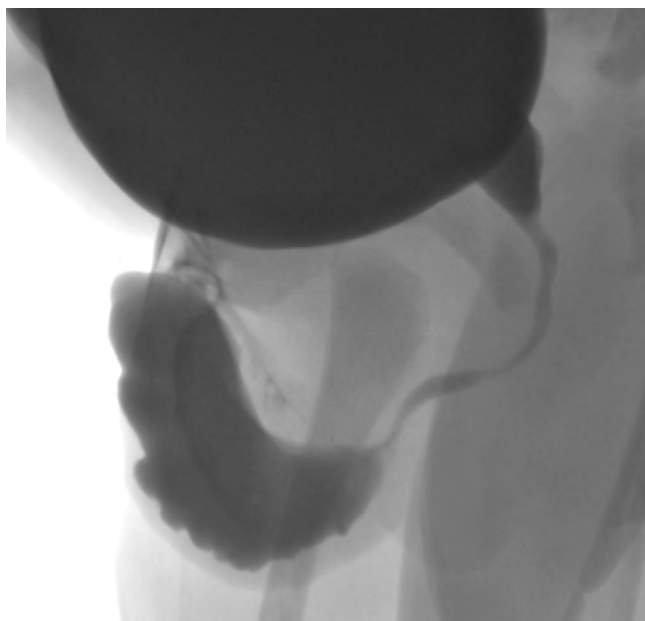


**RYCINA 4-25 ■ Uchyłek cewki moczowej (*syringocele*).** Obraz uzyskany w cystografii mikcyjnej uwidoczniał uchyłek cewki moczowej.

w wycięcie zastawki można wyleczyć, jednak wady te mogą prowadzić do wtórnego zwężenia cewki moczowej.

### **Zwężenie cewki moczowej**

Zwężenie cewki moczowej może być wrodzone lub nabyte i występować zarówno u chłopców, jak i dziewczynek. Zwężenie cewki u 75% chłopców jest zlokalizowane w części



**RYCINA 4-26 ■ Cewka olbrzymia łódkowata.** Masywne poszerzenie cewki w odcinku prąciowym spowodowane nieprawidłowościami w rozwoju ciała gąbczastego i ciał jamistych prącia.

opuszkowej (w miejscu połączenia proksymalnej części cewki z przeponą moczowo-płciową), natomiast u dziewczynek w ujściu zewnętrznym cewki. Objawy u dzieci z wrodzonymi zwężeniami cewki moczowej ujawniają się w okresie noworodkowym lub po okresie dojrzewania. Do wczesnych objawów zwężenia u noworodków należy znaczne poszerzenie dróg moczowych wtórnie do zwężenia cewki. U chłopców po okresie dojrzewania występują podrażnienie, kropłowy wyciek moczu, krwiomocz, zakażenia układu moczowego, zapalenie gruczołu krokowego oraz zapalenie najądrzy. Rozpoznanie jest stawiane na podstawie obrazu uzyskanego w cystografii mikcyjnej, a metodą leczenia jest przezcewkowe rozcięcie zwężenia (uretrotomia). Tępe urazy krocza, wskutek upadku okraciem, prowadzą do zwężeń części opuszkowej. Urazy miednicy z pęknięciem cewki moczowej lub uraz, do którego doszło w trakcie cewnikowania, na ogół powodują zwężenia na wysokości szyi pęcherza lub w części przeprownej cewki moczowej.

### **Przetoka odbytniczno-pęcherzowa**

Przetoka odbytniczno-pęcherzowa przeważnie jest powiązana z atrezią odbytu, a najlepszym badaniem obrazowym do jej uwidocznienia jest wlew kontrastu pod ciśnieniem przez dystalną kolostomię, który powinien wykazać przedostawanie się środka kontrastującego z pętli jelitowej do tylnej części cewki moczowej. Badaniami o podobnej skuteczności są uretrografia wsteczna z podaniem kontrastu pod ciśnieniem lub detekcja wady na obrazie podczas mikcji w trakcie cystografii mikcyjnej.

### **Zdwojenie cewki moczowej**

Zdwojenie cewki moczowej jest rzadko spotykaną wrodzoną wadą i przeważnie rozpoznawaną w dzieciństwie, gdy jed-



**RYCINA 4-27 ■ Zdwojenie cewki moczowej.** Zdwojona cewka moczowa prawie od samej szyi pęcherza wzdłuż całego prącia.

nej z cewek moczowych towarzyszy spodziectwo. Zdwojenie cewki moczowej może być całkowite. Objawami zdwojenia są podwójny strumień moczu, zakażenia układu moczowego, przeszkoda w wypływie moczu i nietrzymanie moczu. Klasyfikacja zdwojenia cewki moczowej jest złożona i wykracza poza ramy tego rozdziału (ryc. 4-27).

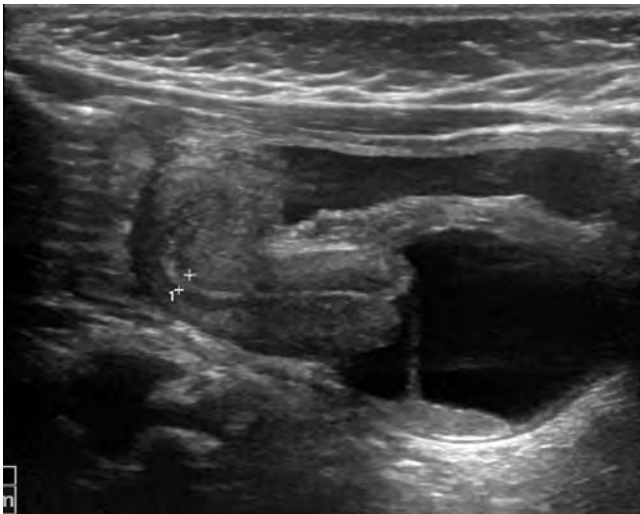
## **WADY MACICY I POCHWY**

Różnicowanie gonad w kierunku jajników lub w kierunku jąder jest zdeterminowane chromosomem Y lub jego brakiem. W sytuacji braku wydzielania hormonu antymüllerowskiego przez jądra płodu przewody Müllera łączą się i różnicują w kierunku macicy, szyjki macicy, jajowodów i części proksymalnej pochwy (górne 2/3). Zatoka moczowo-płciowa powstaje z dystalnej części pochwy. Rozwój macicy zależy od wykształcenia przewodów śródnerczowych (Müllera).

Wady pochwy i macicy są sklasyfikowane ze względu na zakres nieprawidłowości podczas rozwoju embrionalnego. Na ich podstawie wyróżnia się: agenezję przewodów Müllera, dysplazję ogonowych części przewodów Müllera (zespół Mayera-Rokitansky'ego-Küsterera-Hausera, MRKH), niedokonane pośrodkowe połączenie pionowych części przewodów Müllera, niedokonane połączenie części poziomych, które jest spowodowane nieprawidłowym połączeniem między wyniosłością (guzkiem) Müllera a pochodną zatoki moczowo-płciowej (co prowadzi do zaburzeń powstawania błony dziewiczej, agenezji szyjki macicy i przegród poprzecznych pochwy). Wady rozwojowe wynikające z niekompletnego połączenia struktur bocznych są heterogenne i zostały podzielone na sześć grup. Często niedokonanie całkowitego połączenia struktur bocznych i poziomych przewodów Müllera współwystępuje, a zatem wrodzone wady macicy i pochwy powinny być rozpatrywane jako wady z przeszkodą lub brakiem przeszkody w zajściu w ciążę.

Wady macicy i pochwy mogą u noworodków objawiać się jako wyczuwalny guz w jamie brzusznej lub miednicy. Badaniami z wyboru wykrywającymi wady żeńskich na-

rzędów płciowych są ultrasonografia i badanie metodą rezonansu magnetycznego. W ośrodkach, w których badający mają duże doświadczenie, podanie roztworu soli do jamy macicy może poprawić dokładność diagnostyczną badania ultrasonograficznego. W 50% przypadków wady wrodzone macicy i pochwy są związane z wadami nerek, a w ok. 12% przypadków mogą im towarzyszyć wady rozwojowe kręgosłupa. Wady wrodzone pochwy (przegroda pochwy, niedorozwój pochwy, zarosnięcie błony dziewiczej) są wykrywane w okresie dojrzewania w czasie rozpoczęcia miesiączkowania, kiedy – mimo bólów menstruacyjnych – nie pojawia się krwawienie wskutek niedrożności (*hematometrocolpos*; ryc. 4-28 i 4-29) (*hematocolpos* – rozcięcie pochwy przez gromadzącą się krew; *hematometrocolpos* – rozcięcie zarówno pochwy, jak i jamy macicy przez gromadzącą się krew). Do innych przyczyn pierwotnego braku miesiączki zalicza się zespół Turnera. Zespół Mayera-Rokitansky'ego-Küstera-Hausera występuje z częstością 1 na 4–5 tys. dziewczynek



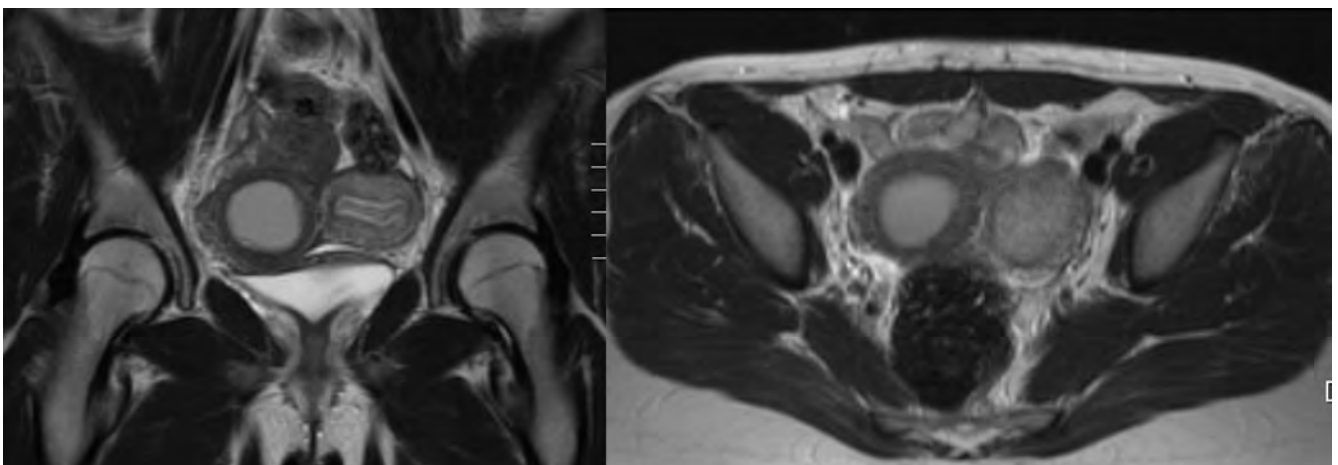
**RYCINA 4-28 ■ Hematocolpos.** Obraz USG w przekroju strzałkowym uwidocznili pogrubiałą błonę śluzową macicy z gromadzącą się krwią w niedrożnej, rozdętej pochwie, leżącej za prawidłowym pęcherzem moczowym.

i charakteryzuje się agenezją pochwy i macicy oraz wadami układu moczowego. Do współistniejących wad nerek należą wodonercze, dysplazja nerek, jednostronna ektopia i agenezja nerek. W ocenie zakresu wady mogą pomóc badania USG i MR. U wszystkich dziewczynek z wadami narządów płciowych wskazane jest wykonanie dokładnej oceny ultrasonograficznej układu moczowego.

## NIEZNAMIE JĄDRA

Wnętrostwo jest wadą rozwojową, w której jądro po jednej stronie lub po obu stronach pozostaje poza moszną. Występuje u 4% noworodków donoszonych, 30% noworodków przedwcześnie urodzonych oraz u ok. 0,8% dzieci po pierwszym roku życia. Nieznamię jądro przeważnie jest po stronie prawej, ale może być obustronne. Podczas embriogenezy jądra powstają obok nerek i schodzą przez kanał pachwinowy do worka mosznowego. Prawidłowy proces migracji jąder może zostać przerwany na którymkolwiek etapie drogi do moszny, co powoduje niezstąpienie jąder, zanik jąder lub ich ektopię. Ważne jest wczesne rozpoznanie i leczenie ze względu na wzrastające ryzyko niepłodności i przemiany nowotworowej w niezstąpionych jądrach. Jednostronna agenezja jądra łączy się zazwyczaj z tożstrotną agenezją nerki.

Obecnie debatuje się, czy badanie ultrasonograficzne jest pewną metodą lokalizowania niezstąpionych jąder. Badanie USG dokładnie umiejscawiające niewyczuwalne podczas palpacji jądra ma przybliżoną czułość i swoistość na poziomie odpowiednio 45 i 80%. Ultrasonografia jest szczególnie pomocna w ocenie położenia jąder w obrębie kanału pachwinowego lub okolicy pęcherza moczowego czy ściany jamy brzusznej, jednak możliwość oceny przy głębszej lokalizacji w jamie brzusznej jest ograniczona. Ultrasonografia pozwala również na wykrycie innych patologii w obrębie moszny, takich jak wodniak jądra oraz dysplazja torbielowata jąder, która towarzyszy nerce wielotorbielowatej i może naśladować nowotwór jądra. Znacznie lepszą metodą oceny umiejscowienia prawie niezmiennych, niedostępnych badaniu palpacyjnemu jąder jest obrazowanie za pomocą rezonansu magnetycznego. Jest to badanie pierwszego rzutu w przy-



**RYCINA 4-29 ■ Hematometrocolpos.** Obrazy MR w przekrojach osiowym i poprzecznym uwidocznili wystąpienie *hematometrocolpos* w prawym trzonie macicy podwójnej.



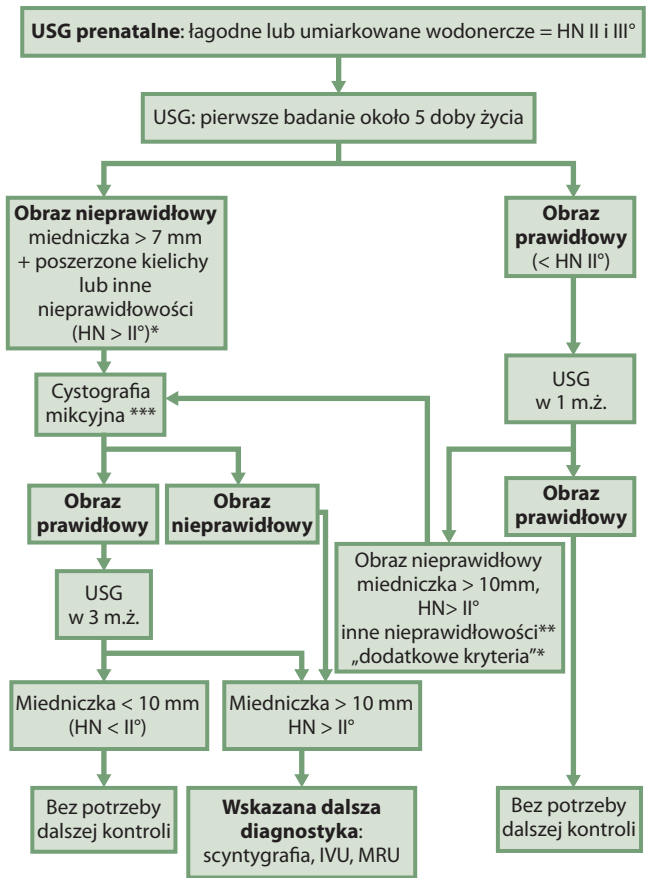
padkach dwuznacznie wyglądających narządów płciowych zewnętrznych lub spodziectwa, choć małe i dysplastyczne jądra mogą być trudne do odróżnienia od niespecyficznego guzków. Zwykle niezstąpione jądra są hipoplastyczne i wykazują niski sygnał w obrazach T2-zależnych. Ostatecznym narzędziem diagnostycznym jest laparoscopia zwiadowcza, podczas której możliwe jest równoczesne pobranie wycinka jądra i leczenie operacyjne.

**PRZEDURODZENIOWE ROZPOZNANIE WODONERCZA**

Część anatomicznych wad wrodzonych nerek może być obecnie rozpoznawana prenatalnie, co skłania do zadania pytania: jak należy pomóc dziecku we wczesnym okresie poporodowym? Najłatwiej uchwytne wadami anatomicznymi są agenezja nerki i nerka podkowiasta. Kolejnymi istotnymi zagadnieniami są wodonercze (poszerzenia układu kielichowo-miedniczkowego) i izolowane poszerzenie moczowodu (*megaureter*). Prenatalna diagnostyka obrazowa powinna umożliwić stwierdzenie, czy jest przeszkoda, czy nie ma przeszkody w odpływie moczu. Celem badania jest ukierunkowanie leczenia umożliwiającego zachowanie prawidłowej czynności nerek i ich potencjału wzrostowego. Obecnie jest wiele algorytmów postępowania, utworzonych przez Europejskie Towarzystwo Radiologii Pediatricznej, które zostały szeroko rozpowszechnione<sup>1</sup>.

**Prenatalne rozpoznanie nieprawidłowości układu moczowego i diagnostyka różnicowa**

Noworodki, u których prenatalnie rozpoznano wady układu moczowego, nie tworzą jednolitej grupy. Przejściowe poszerzenie miedniczki nerkowej jest zjawiskiem fizjologicznym podczas rozwoju płodowego, jednak trwałe lub pogarszające się poszerzenie miedniczki w okresie prenatalnym powinno być rutynowo poddane dalszej diagnostyce po urodzeniu, choć większość przypadków może okazać się normą. Wa-



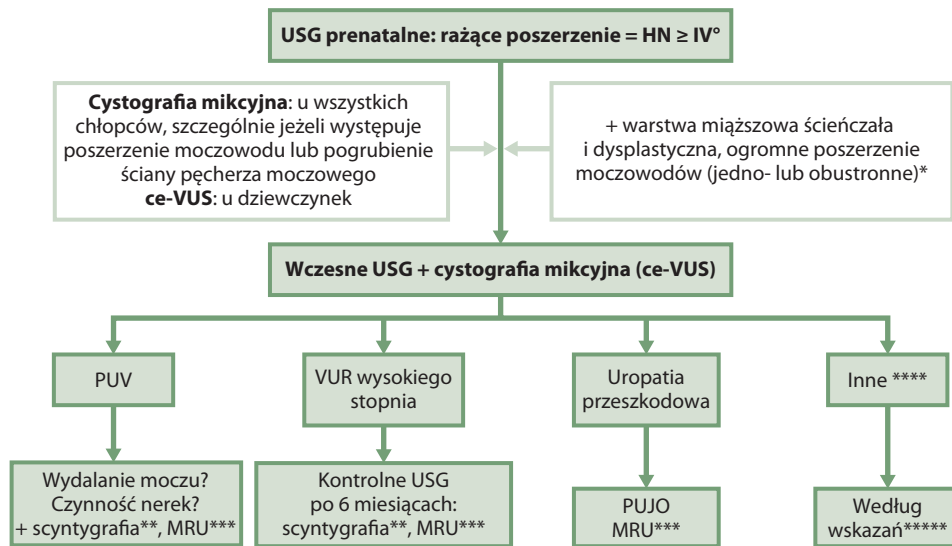
\* Należy zastosować poszerzone kryteria USG uwzględniające pogrubienie ścian miedniczki i moczowodu, rozmiar nerek i ich strukturę itd.  
 \*\* USG przekroczone: u wszystkich pacjentów z pojedynczą nerką, MCDK, ektopią nerki itd.  
 \*\*\* ce-VUS może być wykonane u dziewczynki i w screeningu populacyjnym.

**RYCINA 4-30 ■ Wodonercze.** Algorytm obrazowania łagodnego lub umiarkowanego wodonercza wrodzonego według Europejskiego Towarzystwa Radiologii Pediatricznej. HN = wodonercze; IVU = urografia; MCDK = wielotorbielowata nerka dysplastyczna; MRU = urografia rezonansu magnetycznego, ce-VUS = ultrasonografia mikcyjna wzmacniona kontrastem. (Za: Riccabona M, Avni FE, Blickman JG et al 2008: Imaging recommendations in paediatric urology: minutes of the ESPR workgroup session on urinary tract infection, fetal hydronephrosis, urinary tract ultrasonography and voiding cystourethrography. Barcelona, Hiszpania, czerwiec 2007, *Pediatr Radiol* 38(2): 138–145<sup>1</sup>).

**TABELA 4-8 Diagnostyka różnicowa wodonercza prenatalnego**

<b>Wodonercze jednostronne</b>
Poszerzenie miedniczki nerkowej
Odpływ pęcherzowo-moczowodowy
Moczowód olbrzymi pierwotny
Wielotorbielowata nerka dysplastyczna
Złożone zdwojenie układu kielichowo-miedniczkowego
Poszerzenie górnego układu zbiorczego z ureterocelę lub ektopowym ujściem moczowodu
Poszerzenie dolnego układu zbiorczego przeważnie z odpływem pęcherzowo-moczowodowym
<b>Wodonercze obustronne</b>
Obustronne poszerzenie miedniczki nerkowej
Obustronne odpływy pęcherzowo-moczowodowe
Obustronne moczowody olbrzymie
Wady pęcherza moczowego (np. pęcherz neurogeny)
Przeszkoda podpęcherzowa (zastawka cewki tylnej)
Obustronne złożone zdwojenie układu kielichowo-miedniczkowego
Obustronne wielotorbielowata nerka dysplastyczna

chlarz schorzeń w diagnostyce różnicowej jest szeroki (tab. 4-8). Obustronna wada powinna zostać odróżniona od wady jednostronnej, ponieważ prawidłowe funkcjonowanie zapewniają prawidłowe nerka i moczowód po jednej stronie. Najważniejsze jest natychmiastowe rozpoznanie zastawki cewki tylnej (ultrasonografia i cystografia mikcyjna w ciągu pierwszych 24 godz. życia), potencjalnie powodującej obustronne wodonercze i uszkodzenie nerek, umożliwiające szybkie wdrożenie postępowania chirurgicznego. U dzieci z mniej nasilonymi anomaliami powtarzanie badania USG w pierwszym, a potem w 4–6 tygodniu życia pozwala na wyizolowanie tych pacjentów, u których stan czynnościowy niedojrzałego układu moczowego się polepsza i dalsza diagnostyka obrazowa nie jest konieczna (ryc. 4-30). Pilne wykonanie badań obrazowych po urodzeniu zależy od zmian uwidoczonych w prenatalnym badaniu USG oraz od jego jakości i dostępności.



\*USG przekroczone: u wszystkich pacjentów z pojedynczą nerką, MCDK, ektopią nerki, podejrzeniem wad narządów płciowych.

\*\*Scyntygrafia z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-MAG3 jest korzystniejsza niż dynamiczna renoscyntygrafia w poszerzeniu układu kielichowo-miedniczkowego i u noworodków; DMSA przeważnie po 3–6 miesiącach, nie wcześniej niż po 6 tygodniach; dodatkowo otwarty cewnik założony do pęcherza moczowego, aby uniknąć fałszywych odpływów pęcherzowo-moczowodowych.

\*\*\*MRU: kompleksowa ocena anatomii, czynności, komponenty przeszkodowej.

\*\*\*\*Na przykład MCDK, dysplazja torbielowata, wady przebiegające ze zdwojeniem, nerka podkowiasta, torbiele proste, wodonercze bez przeszkody w odpływie moczu, inne wady układu moczowego.

\*\*\*\*\*Zob. odpowiednie algorytmy postępowania.

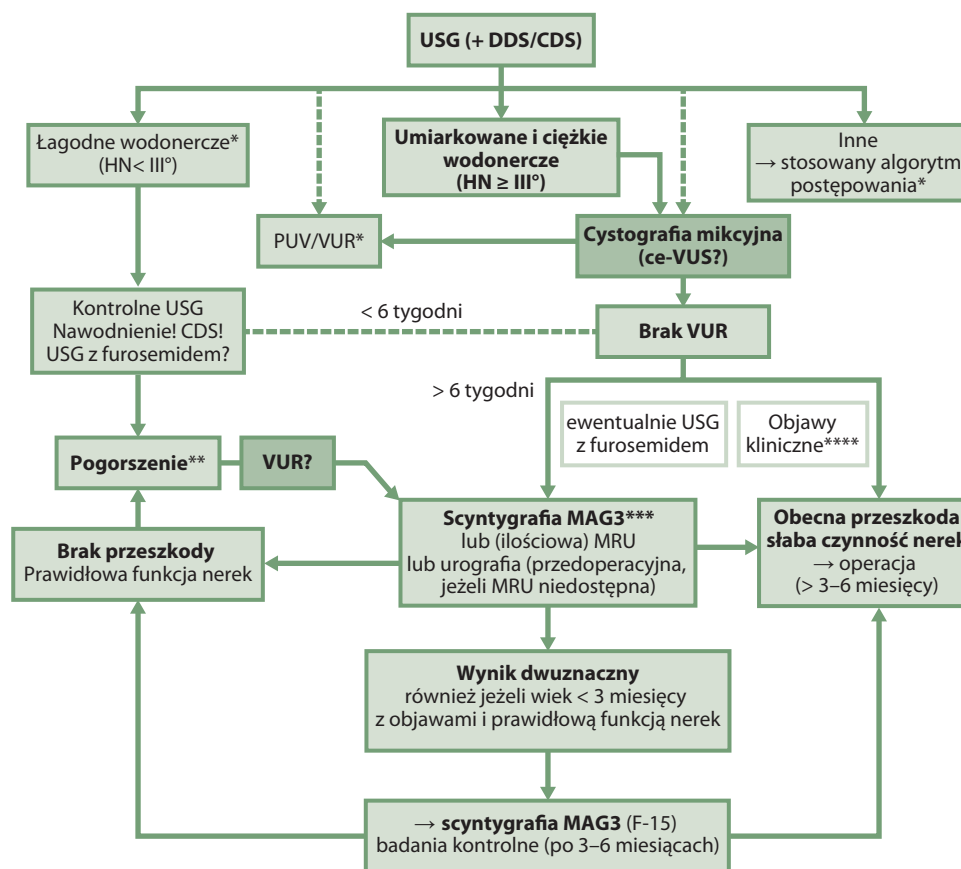
**RYCINA 4-31 ■ Wodonercze.** Algorytm obrazowania ciężkiego wodonercza wrodzonego rozpoznanego po urodzeniu według Europejskiego Towarzystwa Radiologii Pediatricznej. HN = wodonercze; IVU = urografia; VUR = odpływ pęcherzowo-moczowodowy; PUV = zastawka cewki tylnej; PUJO = zwężenie podmiedniczkowe moczowodu; MRU = urografia rezonansu magnetycznego, ce-VUS = ultrasonografia wzmocniona kontrastem. (Za: Riccabona M, Avni FE, Blickman JG et al, Members of the ESUR paediatric recommendation work group and ESPR paediatric urology work group 2009: Imaging recommendations in paediatric urology, part II: urolithiasis and haematuria in children, paediatric obstructive uropathy, and postnatal work-up of fetally diagnosed high grade hydronephrosis. Minutes of a mini-symposium at the ESPR annual meeting, Edinburgh, czerwiec. *Pediatr Radiol* 39(B):891–898<sup>17</sup>).

## Obustronne poszerzenie układu kielichowo-miedniczkowego

Poszerzeniem układu kielichowo-miedniczkowego lub wodonerczem nazywa się stan, w którym dochodzi do poszerzenia kielichów nerkowych oraz miedniczki nerkowej (wymiar przednio-tylny w badaniu USG przekracza 10–15 mm) bez uchwytnego poszerzenia moczowodu. Uprzednio stan ten był nieprawidłowo kojarzony jako poszerzenie wskutek podmiedniczkowego zwężenia lub niedrożności moczowodu. Wymiar przednio-tylny miedniczki nerkowej zależy od fazy rozwoju i wynosi ok. 5 mm w 20 tygodniu ciąży oraz ok. 10 mm w trzecim trymestrze. Poszerzenie układu kielichowo-miedniczkowego jest przeważnie jednostronne, ale może być obustronne i wymagać dalszej diagnostyki. Stopień wodonercza jest oceniany na podstawie pomiaru wielkości poszerzenia wymiaru AP miedniczki.

Wysokiego stopnia wodonercze lub obustronne poszerzenie układu kielichowo-miedniczkowego przeważnie współwystępuje z innymi poważnymi wadami, np. ostrą uropatią przeszkodową i zastawką cewki tylnej, których objawy mogą się gwałtownie pogorszyć, a wtedy konieczna będzie pilna diagnostyka ultrasonograficzna i cystografia mikcyjna (ryc. 4-31)<sup>17</sup>. Głównym problemem w ciężkim wodonerczu jest ustalenie, czy u dziecka konieczna jest wczesna interwencja i odprowadzenie moczu z pęcherza, po której dalsza diagnostyka obrazowa może zostać opóźniona do czasu pojawienia się pełnej dojrzałości nerek.

W łagodnych i umiarkowanych przypadkach wodonercza pierwsze badanie USG po narodzinach jest odraczane do pierwszego tygodnia życia. Zmiany uwidocznione w tym badaniu powinny stanowić wskazania do dodatkowej diagnostyki obrazowej<sup>1</sup>. W zależności od ciężkości wstępnie określonych nieprawidłowości przeprowadza się leczenie oraz dalszą diagnostykę obrazową (ryc. 4-31). U dzieci z podejrzeniem zwężenia podmiedniczkowego moczowodu lub niedrożności połączenia pęcherzowo-moczowodowego (np. moczowód olbrzymi pierwotny, przeszkodowe ureterocele) proponuje się stosowanie bardziej zaawansowanego algorytmu postępowania (ryc. 4-32)<sup>17</sup> z wykorzystaniem ultrasonografii jako badania decydującego o rodzaju kolejnej metody obrazowania. Zalecane badaniem jest cystografia mikcyjna, dzięki której można zróżnicować przeszkodowe poszerzenie układu kielichowo-miedniczkowego i poszerzenie wynikające z odpływu pęcherzowo-moczowodowego. Scyntygrafia z zastosowaniem <sup>99m</sup>Tc-MAG3 (lub coraz częściej dynamiczne badanie funkcjonalne MR nerek) jest stosowana do oceny czynności nerek i wydalenia moczu. Dokładne terminy dalszych kontroli zależą od wielkości poszerzenia układu kielichowo-miedniczkowego i czynności nerek. Prawidłowe funkcjonowanie nerek jest ważniejszym wskaźnikiem niż prosta anatomiczna wada niepociągająca za sobą konsekwencji czynnościowych. Wyniki badań powinny być wykorzystane jako swoistego rodzaju przewodnik, ponieważ odpowiednie określenie stopnia poszerzenia może być trudne, a czynność niedojrzałych



\*Według wskazań; zob. odpowiednie algorytmy postępowania.

\*\*Cechy pogorszenia w badaniach obrazowych:

- w USG powiększenie poszerzenia układu zbiorczego nerki, ścięczenie warstwy mięszonej, przerost przeciwległej nerki, zmniejszenie przepływu naczyniowego (w badaniu dopplerowskim), asymetrycznie zwiększone RI (w badaniu duplex dopplerowskim lub po podaniu diuretyku);
- zmniejszona perystaltyka moczowodu lub strumień wypływu moczu (asymetryczny w chorobach jednostronnych);
- w scyntygrafii: obniżona (jednostronnie) czynność nerki z zaburzeniami wydalania moczu, przerost przeciwległej nerki.

\*\*\*Ocena wydalania moczu i funkcji każdej z nerek.

\*\*\*\*Objawy kliniczne pogorszenia: ból, zakażenie, krwiomocz, zaburzenia rozwoju nerki, nadciśnienie tętnicze.

**RYCINA 4-32 ■ Przeszkoda w odpływie moczu.** Algorytm obrazowania w przypadku podejrzewania uropatii zaporowej według Europejskiego Towarzystwa Radiologii Pediatricznej. PUV = zastawka cewki tylnej; VUR = odpływ pęcherzowo-moczowodowy; ce-VUS = ultrasonografia mikcyjna wzmocniona kontrastem; MRU = urografia rezonansu magnetycznego. (Za: Riccabona M, Avni FE, Blickman JG et al, Members of the ESUR paediatric recommendation work group and ESPR paediatric urology work group 2009: Imaging recommendations in paediatric urology, part II: urolithiasis and haematuria in children, paediatric obstructive uropathy, and postnatal work-up of fetally diagnosed high grade hydronephrosis. Minutes of a mini-symposium at the ESPR annual meeting, Edinburgh, czerwiec. *Pediatr Radiol* 39(B):891-898<sup>17</sup>).

nerki może ulec polepszeniu. Także wczesna interwencja chirurgiczna stosowana do poprawy funkcji nerek nie zawsze jest korzystna. Dzieci z upośledzeniem czynności nerek bezspornie muszą być poddane częstszym kontrolom niż dzieci, u których występuje jedynie łagodne, izolowane poszerzenie układu kielichowo-miedniczkowego. Długoterminowa opieka i kontrole są wskazane co najmniej do 15-20 roku życia.

Najliczniejszą grupę stanowią dzieci z prenatalnie rozpoznany wodonerczem, u których w kontrolnym badaniu ultrasonograficznym po urodzeniu obraz nerek będzie prawidłowy lub będzie widoczne jedynie łagodne szczytkowe poszerzenie układu kielichowo-miedniczkowego. Dzieci z trwałym, wyraźnym poszerzeniem muszą być poddane diagnostyce czynnościowej nerek i ocenie odpływów pęcherzowo-moczowodowych z wykorzystaniem zarówno metod renoscyntygraficznych, jak i cystografii mikcyjnej

(szczególnie u chłopców). Cystografia mikcyjna jest jednak metodą coraz rzadziej stosowaną w diagnostyce ze względu na bardzo częste samoistne pojawianie się odpływów pęcherzowo-moczowodowych oraz brak dowodów na to, że małego stopnia odpływy pęcherzowo-moczowodowe dają w późniejszym życiu dziecka jakiegokolwiek konsekwencje, np. w postaci zmian bliznowatych w nerkach lub zaburzeń rozwoju. Ważne jest oddzielenie tych dzieci od grupy pacjentów, u których później będzie dochodziło do zakażeń układu moczowego, oraz zdobycie informacji o odpływach pęcherzowo-moczowodowych i zmianach bliznowatych w nerkach. Zarówno odpływ pęcherzowo-moczowodowy, jak i wodonercze mogą być przyczynami jednostronnej dysplazji nerki, która skutkuje nieprawidłową czynnością i zmianami bliznowatymi nerek w przyszłym życiu. Profilaktyczna terapia antybiotykami u dzieci z rozpoznanymi prenatalnie wadami jednostronnymi nie jest oparta na me-

GRAINGER & ALLISON  
DIAGNOSTYKA RADIOLOGICZNA

# OBRAZOWANIE W PEDIATRII

*Grainger & Allison's Diagnostic Radiology* to uznany od lat klasyczny podręcznik z dziedziny diagnostyki obrazowej autorstwa ekspertów o międzynarodowym uznaniu.

*Obrazowanie w pediatrii* składa się z ośmiu rozdziałów zaczerpniętych z szóstego wydania tego podręcznika, w których przedstawione zostały techniki wykorzystywane w diagnostyce radiologicznej. Każdy rozdział poświęcony jest innemu narządowi i zawiera zwięzłe omówienie współczesnych metod obrazowania oraz ich zastosowania w codziennej praktyce klinicznej. Zaprezentowano zalety poszczególnych badań, ich odmiany oraz najnowsze osiągnięcia diagnostyczne.

Tytuł oryginału: *Grainger & Allison's Diagnostic Radiology. Paediatric Imaging*. Publikację wydano na podstawie umowy z Elsevier.

**ELSEVIER**

ISBN 978-83-65625-70-0



9 788365 625700

[www.edraurban.pl](http://www.edraurban.pl)