

# Rola diagnostyki obrazowej w chorobach układu moczowego u dzieci. Cz. I

## The role of diagnostic imaging in urinary tract diseases. Part I

lek. Dawid Adamczyk<sup>1</sup>, lek. Anna Saran<sup>1</sup>, dr n. med. Jolanta Myga-Porosiło<sup>1</sup>, lek. Monika Kulig-Kulesza<sup>1</sup>, lek. Mária Adamczyk<sup>2</sup>, dr n. med. Zuzanna Jackowska<sup>1</sup>, dr n. med. Wojciech Sraga<sup>1</sup>, dr hab. n. med. Ewa Kluczevska, prof. nadzw. SUM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra i Zakład Radiologii Lekarskiej i Radiodiagnostyki, Wydział Lekarski z Oddziałem Lekarsko-Dentystycznym w Zabrzu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 1 im. Prof. Stanisława Szyszko Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach  
Kierownik Katedry: dr hab. n. med. Ewa Kluczevska, prof. nadzw. SUM

<sup>2</sup> III Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii, Wydział Lekarski z Oddziałem Lekarsko-Dentystycznym w Zabrzu, Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, Śląskie Centrum Chorób Serca w Zabrzu  
Kierownik Katedry: prof. dr hab. n. med. Mariusz Gąsior

■ **Słowa kluczowe:** choroby układu moczowego, diagnostyka obrazowa, dzieci. **Streszczenie:** Układ moczowy stanowi częstą lokalizację zakażeń u dzieci. Celem wykonania badań obrazowych jest poszukiwanie nieprawidłowości, które będą predysponowały do wystąpienia określonych objawów chorobowych. Ultrasonografia z uwagi na dużą dostępność i brak narażenia na promieniowanie jonizujące jest najczęściej stosowaną metodą obrazowania. Badania radiologiczne prowadzone przy udziale promieni rentgenowskich, m.in. cystografia mikcyjna, pielografia, tomografia komputerowa, powinny być wykonywane jedynie w uzasadnionych przypadkach. Rezonans magnetyczny znajduje coraz większe zastosowanie diagnostyczne u dzieci, jednak zwykle wiąże się z koniecznością przeprowadzenia badania w narkozie. Praca ma na celu dokonanie przeglądu metod obrazowania układu moczowego u dzieci, a także zwrócenie uwagi na wskazania i przeciwwskazania do wykonania poszczególnych badań.

■ **Keywords:** urinary tract diseases, diagnostic imaging, children. **Abstract:** The urinary system is a frequent location of infections in children. The purpose of imaging is to look for abnormalities that will predispose you to the occurrence of specific disease symptoms. Ultrasound due to the high availability and lack of exposure to ionizing radiation is the most frequently used imaging method. Radiological examinations carried out with the participation of X-rays, among others cystography, intravenous pyelogram, computed tomography should only be performed in justified cases. Magnetic resonance imaging is increasingly used in children's diagnostic applications, but it is usually associated with the need to conduct an examination under general anesthesia. The work aims to review the methods of urinary tract imaging in children, as well as to pay attention to indications and contraindications for individual tests.

### ■ Wprowadzenie

Schorzenia układu moczowego należą do częstych przyczyn dolegliwości u pacjentów pediatrycznych. Wiele jednostek chorobowych może być skutecznie diagnozowanych przez doświadczonych specjalistów bez konieczności wykonywania badań obrazowych, jednak ich przepro-

wadzenie jest wymagane, aby postawić precyzyjne rozpoznanie. Pełnią one istotną funkcję w monitorowaniu skuteczności zastosowanego leczenia.

Na przestrzeni lat obserwuje się znaczny postęp badań radiologicznych, jednak w zakresie obrazowania układu moczowego w dalszym

ciągu podstawową metodą pozostaje ultrasonografia (USG). Radiografia (RTG), tomografia komputerowa (TK), jak i rezonans magnetyczny (MR), czy też badania scyntygraficzne pełnią funkcje pomocnicze.

## ■ Ultrasonografia

Ultrasonografia jest metodą preferowaną w pediatrii ze względu na łatwą dostępność i niski koszt badania, brak narażenia na promieniowanie jonizujące, nieinwazyjność, krótki czas trwania, powtarzalność uzyskiwanych obrazów, a także dobrą tolerancję przez pacjentów, szczególnie tych najmłodszych. Nowoczesne aparaty USG wykorzystują sondy o wysokiej częstotliwości oraz udoskonalone oprogramowanie z pakietami różnorodnych aplikacji, poprzez które otrzymuje się wysokiej jakości obrazy radiologiczne. Ultrasonografia umożliwia dokładną ocenę struktur układu moczowego, szczególnie nerek i pęcherza moczowego. Znajduje zastosowanie w wykrywaniu większości anomalii dotyczących nerek, moczowodów i pęcherza moczowego, w stwierdzaniu m.in. agenezji, hipoplazji, dysplazji nerek, oceny nerek ektopowych – „miednicznych” i „podkowiastych”, guzów nerki oraz zwężeń lub zdwojeń układu kielichowo-miedniczkowego (UKM) [1].

Z punktu widzenia diagnostycznego istotne jest, aby badanie ultrasonograficzne małych dzieci rozpoczynać od obrazowania pęcherza moczowego, gdyż z powodu możliwości szybkiego oddania moczu przez dziecko, ważne informacje o dolnych drogach moczowych zostaną utracone [2]. Prawidłowe moczowody nie są widoczne w badaniu ultrasonograficznym, jednak uwidocznienie w ich obrębie poszerzenia umożliwia dokładne prześledzenie przebiegu, który zwykle w badaniu przeglądowym jest utrudniony przez obecność gazów jelitowych. W przezbrzuszej ocenie określić można kształt i wielkość nerek, zewnętrzne zarysy, szerokość i echogeniczność miąższu oraz całej zatoki. Echogeniczność miąższu nerki prawej po-

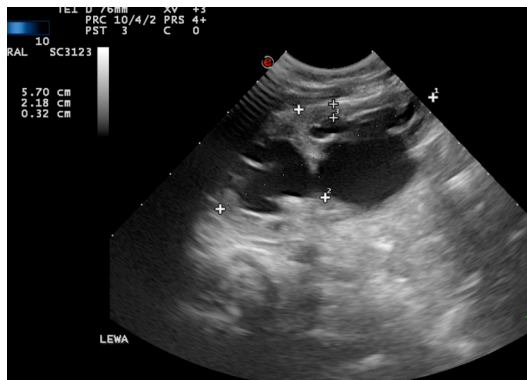
równywana jest do wątroby, natomiast jeżeli obrazowaniu podlega nerka lewa, wówczas zestawia się ją z obrazem śledziony.

Pożądaný obraz to taki, w którym nerki będą miały taką samą lub nieco słabszą echogeniczność od porównywanych z nimi narządów (ryc. 1).



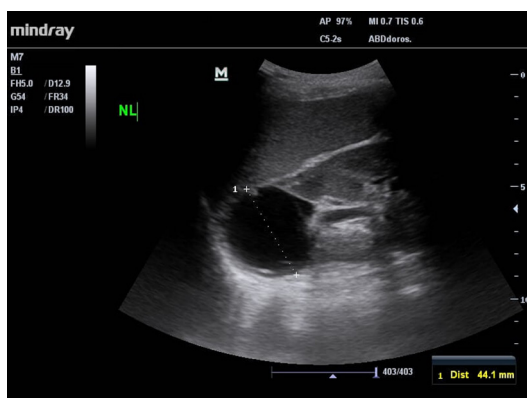
**Ryc. 1.** Obraz prawidłowej nerki w prezentacji B – USG jamy brzusznej

Zwiększenie echogeniczności miąższu jest objawem nieswoistym, obserwowanym w wielu jednostkach chorobowych. Zatoka nerki zajmuje centralną część narządu i zawiera kielichy, miedniczkę, tkankę tłuszczową oraz naczynia krwionośne i limfatyczne. Fizjologicznie posiada echogeniczność wyższą w porównaniu do miąższu nerki. Hyperechogeniczność kompleksu centralnego wynika wprost ze skoków oporności pomiędzy ścianami naczyń, wyściółką dróg odprowadzających mocz, tkanką tłuszczową i tkanką łączną [3]. Istotną rolę w ocenie nerek pełni również współczynnik miąższowo-miedniczkowy (PPI), obejmujący stosunek pomiędzy obwodową hipoechogeniczną korą a hyperechogenicznym kompleksem miedniczki nerkowej. Współczynnik ten wzrasta wraz z wiekiem [3]. Kielichy nerkowe uwidaczniają się tylko w przypadku poszerzenia układu kielichowo-miedniczkowego. Ultrasonografia jest badaniem umożliwiającym ocenę kamicy, guzków, chorób miąższu nerki, okołonerkowych zbiorników płynowych, nerki przeszczepionej, a także ocenę wodonercza (ryc. 2) [4].

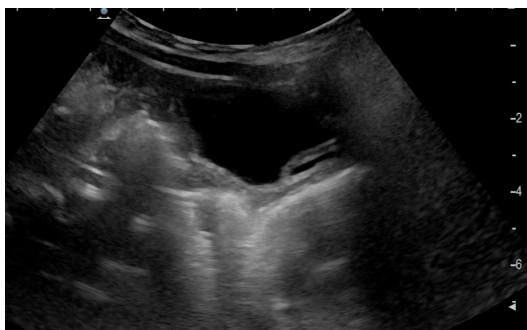


**Ryc. 2.** Wodonercze lewostronne – USG jamy brzusznej

Istnieje także możliwość dokładnej oceny podmiędniczkowych części moczowodu, czy też przepęcherzowych odcinków, szczególnie w sytuacji ich patologicznego poszerzenia (ryc. 4). Ultrasonografia pozwala również na zróżnicowanie zmian litych od torbieli (ryc. 3).



**Ryc. 3.** Torbiel nerki prawej – badanie USG jamy brzusznej



**Ryc. 4.** Ureterocele – badanie USG jamy brzusznej

Stanowi ona główną metodę obrazową w przypadku diagnostyki nawracających zakażeń układu moczowego u dzieci [5,6]. Pod kontrolą badań ultrasonograficznych można również wykonać przezskórne zabiegi interwencyjne. Dzięki obrazowaniu metodą dopplerowską możliwa jest ocena ukrwienia narządów, a także ocena ewentualnych zmian ogniskowych. W przypadku pacjentów po transplantacji nerek konieczna jest weryfikacja ukrwienia przeszczepionej nerki, rozpoznania zwężenia tętnicy nerkowej u chorych z nadciśnieniem tętniczym, czy też ocena istnienia zakrzepicy żyłnej nerek.

Przy dobrym wypełnieniu pęcherza moczowego (moczem lub roztworem soli fizjologicznej poprzez założony dopęcherzowo cewnik) możliwa jest przezbrzuszna ocena narządu, jak i struktur miednicy mniejszej. Badanie może wykazać obecność guzów, złogów, uchyłków pęcherza moczowego, a także grubości ściany pęcherza moczowego w przypadku diagnostyki pacjentów z zapaleniem tego narządu. Szczególnie przydatne z punktu widzenia klinicznego jest dokonanie pomiaru objętości zalegającego moczu w pęcherzu moczowym po mikcji.

Na szczególną uwagę wśród badań ultrasonograficznych zasługuje sonocystografia – cystografia USG z zastosowaniem środka kontrastującego. Badanie to wykonuje się po podaniu dopęcherzowym przez cewnik środka kontrastującego, zawierającego zawiesinę mikroperłczyków gazu, które wzmacniając echo-geniczność, poprawiają współczynnik sygnał do szumu, co w niektórych przypadkach diagnostycznych może zastąpić cystografię mikcyjną. Sonocystografia pozwala zmniejszyć narażenie pacjentów na promieniowanie jonizujące [7,8].

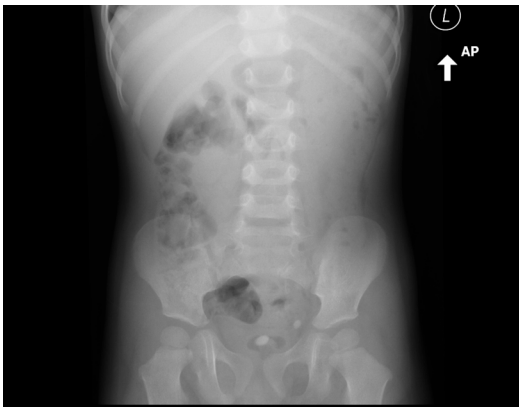
### ■ Zdjęcie przeglądowe jamy brzusznej

Zdjęcie przeglądowe jamy brzusznej w dzisiejszych czasach traci coraz bardziej na wartości jako odrębna, niezależna metoda diagnostyczna układu moczowego. Stanowi jednak samodzielną procedurę poprzedzającą wykonanie badań

obrazowych z podaniem środka kontrastowego, np. urografii, wówczas badanie jest wykonywane w pozycji leżącej.

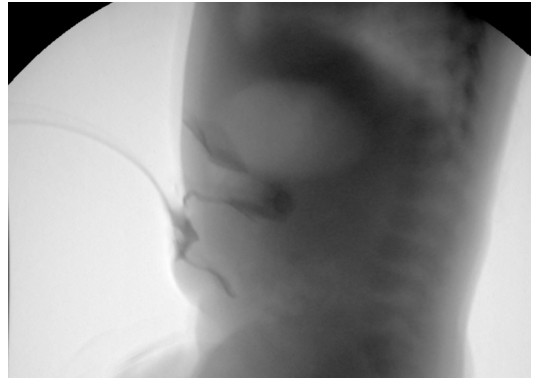
Konieczność ta wynika wprost z mocy ustawy o Prawie atomowym z dnia 4 listopada 2014 r. (Dz. U. 2014 poz. 1512), podpartej Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. dotyczącym warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. 11.51.265).

Badanie powinno obejmować zarówno górne bieguny nerek, jak i spojenie łonowe. Oceń się występowanie zwapnień, zarysy mięśni biodrowo-łędźwiowych, układ kostny, obecność gazu w drogach moczowych. Zdjęcie RTG umożliwia uwidocznienie znacznej większości (ok. 85%) złogów w układzie moczowym. Można na nim uwidocznić cienie imitujące kamienie moczowe, takie jak złogi w pęcherzyku żółciowym, zwapniałe węzły chłonne, zwapnienia w ścianach tętnic, zwapnienia w splotach żylnych miednicy (flebolity), w guzach, ścianach torbieli, połknięte tabletki [9].



**Ryc. 5.** Uwapnione złogi w rzucie pęcherza moczowego oraz w dystalnym odcinku lewego moczowodu – badanie RTG jamy brzusznej

W uzasadnionych przypadkach pomocne w diagnostyce bywa wykonanie badania kontrastowego fistulografii, polegającego na uwidocznieniu za pomocą środka cieniującego nieprawidłowych przestrzeni, w tym np. kanału przetoki.



**Ryc. 6.** Przetoka moczownika – fistulografia

Zmiany kostne zobrazowane na zdjęciu RTG, np. wrodzone wady kręgosłupa, mogą towarzyszyć wadom układu moczowego lub być przyczyną zaburzeń jego funkcji (np. pęcherz neurogenny). Gaz w rzucie nerek może wskazywać na gazotwórcze odmienniczkowe zapalenie nerek [10].

## ■ Cystografia mikcyjna

W cystografii mikcyjnej przez cewnik wprowadza się do pęcherza moczowego rozcieńczony w soli fizjologicznej środek cieniujący. Podczas badania wykonuje się zdjęcia statyczne oraz mikcyjne, co umożliwia rozpoznanie nisko- i wysokociśnieniowego refluksu pęcherzowo-moczowodowego, guzów, uchyłków i przetok pęcherzowo-jelitowych [11]. Cystografia mikcyjna wsteczna znajduje zastosowanie w przypadku podejrzenia obecności zwężenia, a także refluksu w obrębie moczowodów z widocznym ich poszerzeniem [1].

Po przebytych zakażeniach układu moczowego, szczególnie nawracającym lub powikłanym, w ocenie złożonych malformacji, które dotyczą dróg moczowych, zalecane jest wykonanie cystografii mikcyjnej. Przeprowadzenie badania powinno zostać również rozważone u pacjentów pourazowych, szczególnie w przypadku urazów brzucha i miednicy, celem wykluczenia pęknięcia ściany pęcherza moczowego.

Cystografia pozwala na dokładne przedstawienie budowy cewki moczowej, dlatego też

znajduje zastosowanie również u chłopców, u których jest podejrzewana zastawka cewki tylnej. Metoda ta jest także wykorzystywana w diagnostyce malformacji odbytu i odbytnicy oraz przy podejrzeniu przetoki pęcherzowo-odbytniczej [12,13,14,15].



**Ryc. 7.** Refluks pęcherzowo-moczowodowy lewostronny przed mikcją – cystografia mikcyjna



**Ryc. 8.** Refluks pęcherzowo-moczowodowy lewostronny po mikcji – cystografia mikcyjna

## ■ Urografia

Urografia jest badaniem służącym do oceny budowy, a także funkcji układu moczowego poprzez podanie jodowego środka cieniującego drogą dożylną, który na dalszym etapie podlega filtracji i jest wyda-

lany przez nerki. Pacjent do badania powinien być na czczo, a jelita opróżnione z zalegających mas kałowych. Resztki pokarmowe wraz z gazami jelitowymi mogą rzutować na układ moczowy i utrudniać jego ocenę. Przeciwwskazaniem do wykonania badania są: wole toksyczne, szpiczak mnogi, ciężkie uszkodzenie wątroby, uczulenie na jodowy środek cieniujący. Po dożylnym podaniu kontrastu wykonywana jest seria zdjęć rentgenowskich, na których uwidacznia się zakontrastowany układ moczowy. Około minuty po podaniu kontrastu znajduje się on w kłębuszkach nerkowych, powodując równomierne zacielenie mięszu narządu – faza nefrograficzna (ryc. 8). Nefrogram opóźniony lub o mniejszej intensywności obserwuje się w zaburzeniach ukrwienia (zwężenia tętnicy nerkowej). Utrzymujący się długo nefrogram jest spowodowany upośledzonym odpływem krwi z nerki (zakrzep żyły nerkowej) lub zmniejszonym wydalaniem środka cieniującego (zastój w drogach moczowych).

W kolejnej fazie – wydzielniczej (ryc. 9) zostaje uwidoczniiony układ kielichowo-miedniczkowy i moczowody, dzięki czemu można dokonać oceny pod kątem obecności złożeń, poprzez możliwość lokalizacji przeszkody na prze-



**Ryc. 9.** Faza nefrograficzna – urografia



biegu moczowodu. Możliwa jest również ocena wad anatomicznych, a nawet nowotworów, które sugerowane są przez ubytki wypełnienia kontrastu. Na tym etapie dochodzi do zacinienia UKM, a następnie moczowodów i pęcherza moczowego. Ocenia się wielkość nerek, kształt, położenie, warstwę mięszsową, układ kielichowo-miedniczkowy, moczowody, pęcherz moczowy [11].



Ryc. 10. Faza wydzielnicza – urografia

## ■ Uretrografia

Uretrografia umożliwia obrazowanie cewki moczowej oraz pęcherza moczowego. Badanie może być wykonywane zarówno podczas mikcji (cysto-uretrografia mikcyjna), jak i podczas wstecznego wprowadzenia środka cieniującego do cewki moczowej (uretrografia wstępująca). Umożliwia rozpoznanie wrodzonych lub nabytych zwężeń cewki moczowej, przetok pourazowych, uchyłków cewki moczowej, ektopowego ujścia moczowodu do cewki, czy też ocenę lokalizacji i długości jej uszkodzenia po przebytych urazie [11].

## ■ Pielografia

Pielografię wstępującą wykonuje się poprzez wprowadzenie cewnika do moczowodu za pomocą cystoskopu i wsteczne podanie środka cieni-

jącego do dróg moczowych. Wskazania do badania obejmują zaburzenia dotyczące moczowodu, widoczne cechy jego niedrożności spowodowanej np. przez zółg, skrzeplinę, guz czy też uraz. Wykonuje się je również, aby określić położenie końca cewnika moczowodowego. Podczas pielografii zstępującej środek cieniujący podaje się przez cewnik nefrostomijny do dróg moczowych, po przezskórnym nakłuciu miedniczki nerkowej lub jednego z kielichów pod kontrolą fluoroskopii, USG lub TK. Badanie pomaga uwidocznić lokalizację i rodzaj przeszkody w odpływie moczu z nerki, może poprzedzać wytworzenie czasowej lub trwałej nefrostomii. Znajduje zastosowanie w weryfikacji obecności: złogów (kamieni) w drogach moczowych, zwężenia, poszerzenia dróg moczowych, przeszkody w odpływie moczu, urazu układu moczowego. Pielografia jest badaniem inwazyjnym, rzadko wykonywanym; jej przeprowadzenie może powodować wystąpienie zakażenia dróg moczowych, stąd też po cewnikowaniu moczowodu zaleca się podanie antybiotyku.



### Piśmiennictwo:

1. Kirpalani H, Epelman M, Mernagh JR. Diagnostyka obrazowa noworodka. Medipage. Wyd. 1. Warszawa 2015.
2. Brzewski M. Current standards in abdominal cavity ultrasound examination in children. J Ultrasound 2017;1768:41-42.
3. Hoffer M, Stefańczyk L [red. pol]. Podręcznik ultrasonografii. Podstawy wykonywania i interpretacji badań ultrasonograficznych. Medipage. Wyd. 1. Warszawa 2008.
4. You SK, Kim JC, Park WH, Lee SM, Cho HH. Prediction of high-grade vesicoureteral reflux in children younger than 2 years using renal sonography: a preliminary study. J Ultrasound Med. 2016; 35(4):761-765.
5. Greco F, Faiella E, Santucci D, Lisi DD, Vullo GL, et al. Ultrasound imaging of cystic nephroma. J Kidney Cancer VHL 2017;4(3):1-9.
6. Wallace SS, Zhang W, Mahmood NF, Williams JL, Cruz AT, et al. Renal ultrasound for infants younger than 2 months with a febrile urinary tract infection. AJR. 2015;205:894-898.
7. Tse KS, Wong LS, Lau HY, Fok WS, Chan YH, et al. Paediatric vesicoureteric reflux imaging: where are we? Novel ultrasound-based voiding urosonography. Hong Kong Med J. 2014;20(5):437-443.
8. Kuzmanovska D, Risteski A, Kambovska M, Trpcovski T, Sahpazova E et al. Voiding urosonography with second - generation ultrasound contrast agent for diagnosis of vesicoureteric reflux: first local pilot study. Open Access Maced J Med Sci. 2017;5(2):215-221.
9. Colleran GC, Callahan MJ, Paltiel HJ, Nelson CP, Cilento BG, et al. Imaging in the diagnosis of pediatric urolithiasis. Pediatr Radiol. 2017; 47(1):5-16.
10. Lee IK, Hsieh CJ, Liu JW. Bilateral extensive emphysematous pyelonephritis. A case report. Med Princ Pract. 2009; 18(2): 149-151.
11. Pruszyński B, Cieszanowski A. Radiologia. Diagnostyka obrazowa RTG, TK, USG I MR. PZWL. Wyd. 3. Warszawa 2014.
12. Frimberger D, Mercado-Deane MG et al. Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography. Pediatrics 2016;138(5):e1-e6.
13. Guttman I, Kerr HA. Blunt bladder injury. Clin Sports Med. 2013;32(2):239-246.
14. Silay MS, Spinoit AF, Bogaert G, Hoebeke P, Nijman R, et al. Imaging for vesicoureteral reflux and ureteropelvic junction obstruction. Eur Urol Focus 2016;2(2):130-138.
15. Sankar Raj MV, Patel DR, Ramachandran L. Chronic kidney disease and sports participation by children and adolescents. Transl Pediatr. 2017;6(3):207-214.

Autor korespondujący:  
lek. Anna Saran  
atosza@o2.pl

Nadesłano: 03.03.2019; Copyright© Medyk Sp. z o.o.