

Postnatalno diagnosticiranje prirojenih nepravilnosti sečil

Postnatal diagnostics of congenital kidney and urinary tract anomalies

Damjana Ključevšek, Daša Šfiligoj
Planjšek, Evita Pšeničny Ažman,
Gregor Novljan

Izvleček

Slikovno diagnosticiranje je pomembno pri odkrivanju in opredelitvi prirojenih nepravilnosti sečil, na katere posumimo že v sklopu prenatalnega diagnosticiranja, takoj po rojstvu ali kasneje v življenju. Slikovno diagnosticiranje pomaga tudi pri določanju tveganja kronične ledvične bolezni v otroštvu, saj je potrebno spremljanje otrok, da zmanjšamo oziroma odložimo razvoj kronične ledvične bolezni.

Ključne besede: prirojene nepravilnosti sečil, ultrazvok, scintigrafija, magnetna resonanca, otroci.

Abstract

Imaging is essential for the detection and identification of congenital kidney and urinary tract anomalies (suspected during prenatal diagnosis, immediately after birth or later in life), for determining the risk of potential renal impairment, and for the follow-up of afflicted children to reduce or delay the development of chronic kidney disease.

Keywords: congenital anomalies of the kidney and urinary tract, ultrasound, scintigraphy, magnetic resonance imaging, children.

Uvod

Slikovno diagnosticiranje je ključno pri opredelitvi različnih prirojenih nepravilnosti sečil. Največ prirojenih anomalij sečil diagnosticiramo v prvem letu življenja, lahko zaradi prenatalno ugotovljenih sprememb sečil ali pa febrilne okužbe sečil. Nekatere prirojene nepravilnosti sečil diagnosticiramo kasneje v življenju. Pri diagnosticiranju prirojenih nepravilnosti sečil takoj po rojstvu moramo poznati posebnosti v morfologiji in delovanju ledvic, ki so odraz fiziološke nezrelosti ledvic, da normalne spremembe ne opredelimo kot patološke (1–3). Zgodnje odkrivanje in zdravljenje prirojenih nepravilnosti sečil sta izrednega pomena, saj so nepravilnosti sečil vzrok kronične bolezni ledvic pri kar polovici otrok.

Slikovno diagnosticiranje je pomembno pri odkrivanju prirojene nepravilnosti sečil, pri opredelitvi prirojene nepravilnosti sečil, pri določanju tveganja okvare delovanja ledvic in pri spremljanju otrok, da bi zmanjšali oziroma odložili razvoj kronične ledvične bolezni v otroštvu.

V prispevku predstavljamo vlogo posameznih slikovnih metod pri otroku s sumom na prirojeno nepravilnost sečil (4). Slikovne metode razdelimo v dve glavni skupini: i) morfološke preiskave (ultrazvočne preiskave (UZ), magnetno-resonančna urografija (MRU), rentgenske preiskave z vnosom kontrastnega sredstva v urotrakt) in ii) funkcijske preiskave (scintigrafske preiskave ledvic, funkcijska MR urografija (fMRU)) (1–5). Pri obravnavi otrok s prirojenimi napakami sečil je pomemben pravi izbor slikovnih preiskav v pravem zaporedju.

Ultrazvočne preiskave

UZ sečil

UZ sečil je prva slikovna preiskava, s katero opredelimo anatomske položaje ledvic ter strukturne in morfološke spremembe ledvic. Pogosto je

dovolj za postavitev končne diagnoze. Osnovno UZ preiskavo lahko nadgradimo z uporabo različnih dopplerskih tehnik za oceno prekrvljenosti ledvic in prehodnosti ledvičnega žilja ter z uporabo UZ kontrastnega sredstva. Na osnovi UZ izvida se tudi odločamo, katera nadaljnja slikovna preiskava najboljše odgovori na zastavljeno klinično vprašanje.

Indikacije za UZ preiskavo sečil v sklopu diagnosticiranja prirojenih napak sečil so:

- prenatalno ugotovljene anomalije sečil;
- družinska obremenjenost za bolezni ledvic;
- nepojasnjena febrilna stanja, urosepsa pri novorojenčku oziroma febrilna okužba sečil pri otroku;
- stalna inkontinenca pri otroku z usvojenimi mikcijskimi navadami;
- nepojasnjene bolečine v trebuhu, zlasti pri mladostnicah, pri katerih so nepravilnosti sečil pogosto povezane z nepravilnostmi rodil.

Potek UZ preiskave sečil

Za UZ preiskave sečil ni potrebna predhodna priprava. Priporočamo ustrezno hidriranje in poln sečni mehur, kar je v otroštvu, ko odkrijemo največ prirojenih napak sečil, težko zagotoviti. Priporočila, kdaj izvesti UZ preiskavo, zaradi nezrelosti ledvic veljajo le v novorojenčkovem obdobju (1, 2). Zlasti pri kompleksnih nepravilnostih moramo otroka večkrat pregledati z UZ, da dobimo popolno sliko.

Ocenimo:

- anatomske lege ledvic in število ledvic – odkrivanje prirojenih anomalij zaradi migracije ledvic (Slika 1a) in fuzije (podkvasta ledvica kot najpogostejša fuzijska anomalija);
- ledvični parenhim: ehogenost, strukturo parenhima, vključno s prisotnostjo cističnih sprememb, kor-

tikomedularno razmerje, debelino ledvičnega parenhima, konturo ledvice;

- votli sistem ledvic in sečevode: opredelimo, ali gre za enojni ali dvojni votli sistem; ocenimo, ali gre za razširjen votli sistem, in določimo stopnjo razširitve; opišemo morfologijo votlega sistema (čšašice, ledvični meh, vključno z njegovo lego in AP premerom); ocenimo sečevode (število, potek, razširjenost);
- sečni mehur: velikost, oblika in stena sečnega mehurja (debelina, divertikli);
- sečnico s pristopom preko presredka (t. i. transperinealni pristop): razširjenost zadnje sečnice pri fantkih z znakom ključavnice ali brez njega pri posteriorni valvuli sečnice;
- pridružene nepravilnosti s celotnim pregledom trebušnih organov in male medenice.

UZ preiskave s kontrastnim sredstvom

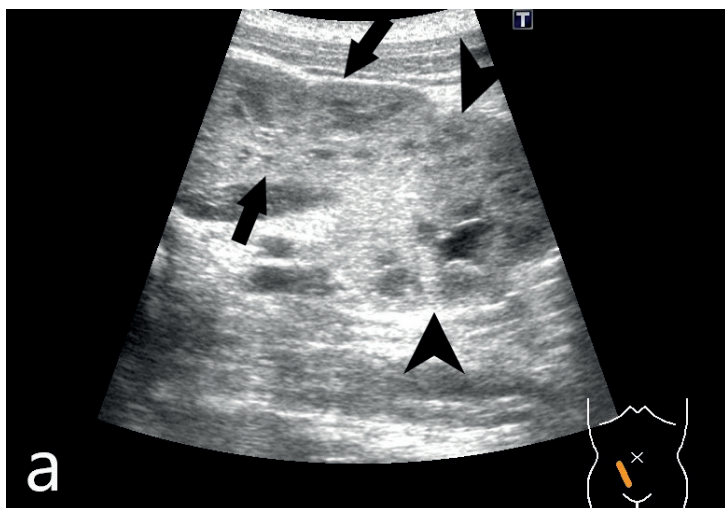
Pri teh preiskavah uporabljamo UZ kontrastno sredstvo, ki ga vnesemo bodisi intrakavitarno (tj. v sečni mehur za ultrazvočni mikcijski cistogram (UMCG) ali v votli sistem), bodisi intravensko.

Ultrazvočni mikcijski cistogram

Indikacije za UMCG pri otrocih s sumom na prirojeno nepravilnost sečil so (6):

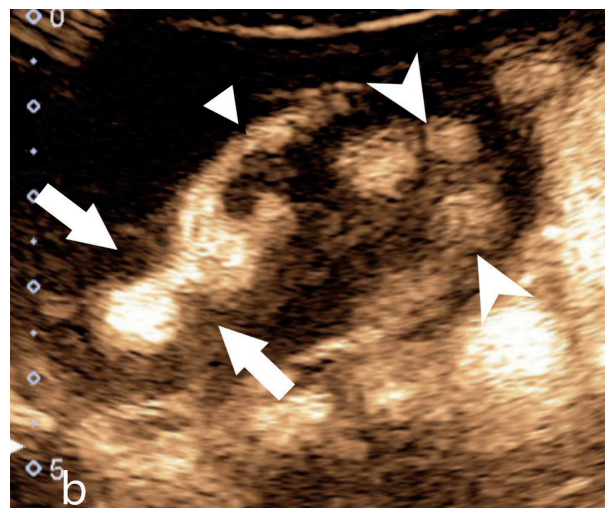
- izključitev vezikoureternega refluksa (VUR) pri otrocih s prirojenimi nepravilnostmi sečil, predvsem v sklopu diagnosticiranja razširjenega votlega sistema (Slika 1b);
- ocena sečnega mehurja in sečnice;
- urogenitalne prirojene nepravilnosti.

Za preiskavo je potreben negativen izvid urinokulture, ki ni starejši od 7 dni, in enkratni terapevtski odmerek antibiotika na dan preiskave. Najprej opravimo osnovni UZ sečil ter nato vstavimo urinski kateter in izpraznimo sečni mehur. Preko urinskega katetra



SLIKA 1A. PRIROJENA NEPRAVILNOST ANATOMSKE LEGE LEDVIC PRI 7 DNI STARI DEKLICI – KRIŽNA EKTOPIJA: Z UZ TREBUHA VIDNA NORMALNA ANATOMSKA LEGA DESNE LEDVICE (PUŠČICE), LEVA EKTOPIČNA LEDVICA LEŽI DESNO V MALI MEDENICI (GLAVA PUŠČICE) IN JE V TESNEM STIKU S SPODNJIM DELOM DESNE LEDVICE.

FIGURE 1A. CONGENITAL ANOMALY OF RENAL POSITION IN A 7-DAY-OLD GIRL – CROSS ECTOPIA: ABDOMINAL ULTRASOUND (US) SHOWS A NORMAL ANATOMICAL POSITION OF THE RIGHT KIDNEY (ARROWS); THE LEFT EKTOPIČNA LEDVICA LEŽI DESNO V MALI MEDENICI (GLAVA PUŠČICE) IN JE V TESNEM STIKU S SPODNJIM DELOM DESNE LEDVICE.



SLIKA 1B. PRIROJENA NEPRAVILNOST ANATOMSKE LEGE LEDVIC PRI 7 DNI STARI DEKLICI – KRIŽNA EKTOPIJA: ULTRAZVOČNI MIKCIJSKI CISTOGRAM ČEZ 10 DNI JE POKAZAL VEZIKOURETERNI REFLUKS 2. STOPNJE V DESNO LEDVICO (PUŠČICA). LEPO STA VIDNA TUDI DESNI SEČEVOD, KI JE ODRINJEN NAVZPRED, Z EKTOPIČNO LEVO LEDVICO (TRIKOTNIK) IN VEZIKOURETERNI REFLUKS 3. STOPNJE V EKTOPIČNO LEVO LEDVICO (GLAVA PUŠČICE).

FIGURE 1B. CONGENITAL ANOMALY OF RENAL POSITION IN A 7-DAY-OLD GIRL – CROSS ECTOPIA: CONTRAST-ENHANCED VOIDING UROSONOGRAPHY PERFORMED TEN DAYS LATER SHOWED VESICoureTERAL REFLUX GRADE 2 INTO THE RIGHT KIDNEY (ARROW), THE RIGHT URETER IS ALSO CLEARLY VISIBLE, DISPLACED ANTERIORLY WITH THE EKTOPIČNO LEVO LEDVICO (TRIKOTNIK) AND VESICoureTERAL REFLUX GRADE 3 INTO THE EKTOPIČNO LEVO LEDVICO (GLAVA PUŠČICE).

vnesemo raztopino UZ kontrastnega sredstva in s posebnim kontrastnospecifičnim UZ programom in UZ sondo opazujemo zatekanje kontrasta, kontrastne mikromehurčke, v sečevoda in v votli sistem obeh ledvic ter prisotnost znotrajledvičnega zatekanja kontrasta. Večinoma opravimo ciklično preiskavo z večkratnim polnjenem sečnega mehurja in uriniranjem. Po zadnjem polnjenju odstranimo urinski kateter in ocenimo sečnico med mikcijo (6).

Ultrazvočna preiskava s kontrastnim sredstvom z vnosom v vstavljen nefrostomski kateter

Indikacija: ocena prehodnosti urotrakta (pieloureterni spoj, v poteku sečevoda, vezikoureterni spoj) (7).

Potek preiskave: raztopino kontrastnega sredstva vnesemo v votli sistem ledvice preko vstavljenega nefrostomskega katetra in spremljamo njegovo razporeditev po votlem sistemu in pripadajočem sečevodu ter prehod v sečni mehur. Osnovna pomanjkljivost preiskave je, da sečevoda včasih

zaradi superpozicije zraka iz črevesnih vijug ne moremo ustrezno prikazati. V takšnih primerih se odločimo za rentgensko preiskavo.

UZ ledvic z UZ kontrastnim sredstvom

Kontrastno sredstvo vbrizgamo intravensko preko vstavljenega intravenskega kanala. Indikacije za intravensko UZ preiskavo s KS:

- ocena sestavljenih cističnih tvorb (8);
- ocena prekrvljenosti ledvic pri sumu na žilno patologijo.

Potek preiskave: predpriprava ni potrebna. Med UZ pregledom ledvice določimo vrsto sonde in odmerek UZ kontrastnega sredstva ter opredelimo, v kakšnem položaju otroka bomo preiskovali ledvičko. Otrok mora biti miren in enakomerno dihati. Vnesemo majhno količino UZ kontrastnega sredstva in sistem prebrizgamo s fiziološko raztopino. Opazujemo prekrvljenost ledvice, sestavljene ciste ali solidne žariščne spremembe v zgodnji

in pozni arterijski fazi ter v medularni fazi. Opišemo, ali gre za hiperehogeno, izoehogeno ali hipoehogeno obarvanje sprememb v primerjavi z normalnim obarvanjem ledvic in dinamiko obarvanja. Kontrastno sredstvo se ne izloča skozi ledvice, ampak ga otrok izdiha, zato faze izločanja v votli sistem ledvic (t. i. pielografske faze) ni.

Rentgenske preiskave

V sodobni pediatrični radiologiji nam je v veliki meri uspelo rentgenske preiskave zamenjati z otrokom prijaznejšimi ultrazvočnimi preiskavami. Zaradi večje občutljivosti otrok na rentgensko sevanje se jim skušamo v čim večji meri izogniti.

Rentgenski mikcijski cistouretrogram

Rentgenski mikcijski cistouretrogram (MCUG) je preiskava, tehnično podobna UMCG, le da za prikaz kontrasta v urotraktu uporabljamo jedno kon-

trastno sredstvo in rentgenske žarke. MCUG je manj občutljiva za odkrivanje VUR, ker je čas opazovanja intermitenten (t. i. intermitentna fluoroskopija). Za MCUG se odločimo, če ledvice zaradi ektopične lege ali zaradi izrazite skolioze ne moremo prikazati z UZ. Relativne indikacije so: i) natančen prikaz anatomije in morfologije ob kompleksnih prirojenih nepravilnostih sečnice, ii) nezmožnost/nepovednost prikaza z UMCG, iii) natančen prikaz anatomije sečnega mehurja in iv) predoperativna priprava na zahtevo urologa. Sevanje, ki ga otrok prejme med preiskavo, je odvisno od trajanja in zahtevnosti preiskave in je običajno enakovredno 3–4 mesecem sevanja, ki ga dobimo na letni ravni iz naravnega ozadja.

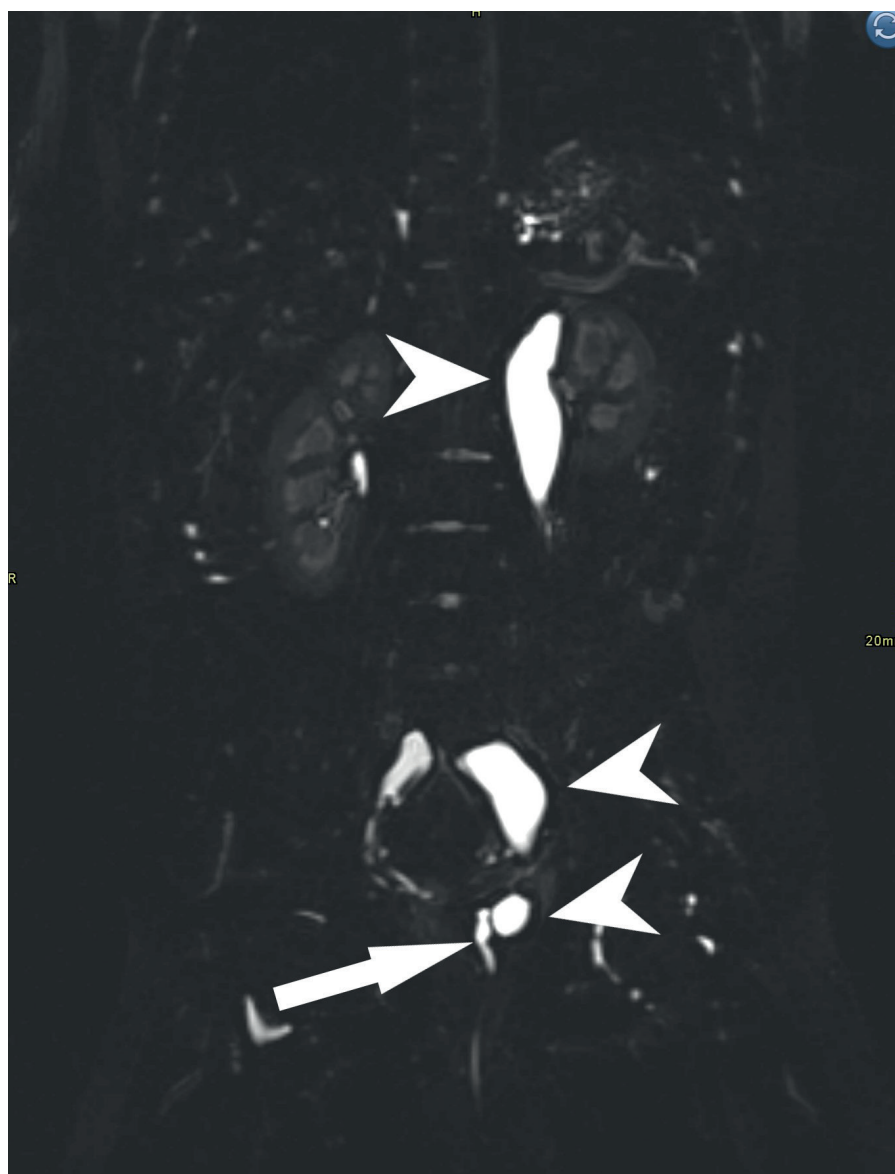
Rentgenska kontrastna preiskava preko perkutano vstavljenе nefrostome

Tudi ta preiskava je tehnično podobna UZ preiskavi s kontrastnim sredstvom, le da jo izvajamo na rentgenski napravi z rentgenskimi žarki in spremljamo vneseno jodno kontrastno sredstvo po urotraktu. V poštev pride, če se srečamo z omejitvami UZ preiskave.

Magnetnoresonančne preiskave

MRU je kompleksna skupina tehnik slikanja in omogoča manj invazivno vrednotenje številnih nepravilnosti sečil glede na ostale priznane rentgenske metode. Za katero tehniko oziroma za katere sekvence se odločimo, je odvisno od kliničnega vprašanja (9).

MRU razdelimo v dve veliki skupini: i) anatomsko-morfološke MRU (statično-tekočinska, ekskretorna), ii) funkcijske MRU tehnike (fMRU), pri katerih s posebnim programom dobimo podobne informacije kot s scintigrafskimi preiskavami, le da MRI prispeva še odličen anatomski in morfološki prikaz sečil (9).



SLIKA 2. MAGNETNORESONANČNA PREISKAVA V SKLOPU DIAGNOSTICIRANJA EKTOPIČNEGA SEČEVODA PRI PODVOJENEM VOTLEM SISTEMU LEVE LEDVICE PRI 3,5-LETNI DEKLICI S STALNO URINSKO INKONTINENCO (T2 SPC ISO V KORONARNI RAVNINI): PODVOJEN VOTLI SISTEM LEDEVICE Z VIDNIM ZGOLJ RAZŠIRJENIM VOTLIM SISTEMOM ZGORNJEGA POLA PRAKTIČNO BREZ PARENHIMSKE PLASTI (GLAVA PUŠČICE) Z NADALJEVANJEM V RAZŠIRJEN IN ZVIJUGAN SEČEVOD (GLAVE PUŠČICE), KI SE ZOŽI V NEKAJ MILIMETROV ŠIROK SEČEVOD IN SE KONČA V RAVNI VRATU SEČNEGA MEHURJA.

FIGURE 2. MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE DIAGNOSIS OF ECTOPIC URETER IN A DUPLICATED LEFT KIDNEY IN A 3.5-YEAR-OLD GIRL WITH PERMANENT URINARY INCONTINENCE (T2 SPC ISO IN THE CORONAL PLANE): DUPLICATED LEFT RENAL PYELOCALYCEAL SYSTEM SHOWING ONLY A DILATED UPPER PELVIS PRACTICALLY WITHOUT PARENCHYMA (ARROWHEAD), WHICH CONTINUES INTO A DILATED AND TORTUOUS URETER (ARROWHEADS), WHICH NARROWS INTO A FEW MILLIMETRES WIDE URETER ENDING AT THE LEVEL OF THE BLADDER NECK.

Zaradi slabše dostopnosti MRI in potrebe po splošni anesteziji majhnih otrok, pri katerih je preiskava največkrat indicirana, se za njo odločimo večinoma le v primerih kompleksnih anomalij sečil, pri katerih z UZ pregledom ne moremo odgovoriti na vsa vprašanja glede morfoloških in anatomskih nepravilnosti. V teh primerih MRI dopolnimo z fMRU, ki omogoči, da z eno preiskavo dobimo tudi dobre podatke o delovanju ledvic, zato nadaljnja scintigrafija ledvic ni potrebna (10).

Ocenimo:

- anatomsko lego ledvic;
- morfologijo in strukturo ledvičnega parenhima;
- votli sistem ledvic, sečevode in sečni mehur: natančna morfolologija votlega sistema; razlikovanje med neobstruktivno in obstruktivno razširitvijo urotakta (vnos kontrastnega sredstva), kar je pomembno za nadaljnjo klinično obravnavo; zakasnjeno izločanje paramagnetnega kontrastnega sredstva, ki kaže na okvirno delovanje ledvice, medtem ko fMRU natančno opredeli delovanje ledvice (izris krivulj izločanja in izračun funkcijskih deležev ledvice, podobno kot scintigrafske preiskave) in čas prehoda kontrasta skozi ledvični parenhim v čašice in naprej v ledvični meh in sečevod;
- natančna opredelitev zapletenih podvojitvev votlega sistema, zlasti pri odkrivanju ektopičnih sečevodov in okultnih zgornjih polov podvojenega votlega sistema (Slika 2);
- kompleksne cistične spremembe ledvic.

Scintigrafske preiskave

Pri diagnosticiranju prirojenih nepravilnost sečil sta pomembni funkcijski nuklearnomedicinski preiskavi, kot sta sekvenčna scintigrafija in statična scintigrafija. Po veljavnih smernicah za

scintigrafske preiskave ledvic otrokova starost ni omejitvev (11, 12).

Sekvenčna scintigrafija ledvic z [99mTc]Tc-MAG3

S sekvenčno scintigrafijo ledvic prikažemo privzem in izločanje radiofarmakov v ledvicah in v votlem sistemu urotakta. Standardno uporabljan radiofarmak je [99mTc]Tc-MAG3 (z [99mTc] označen merkaptacetiltri-glicin), ki se v celoti očisti iz plazme s tubulno sekrecijo. Radiofarmak, ki ga tudi lahko uporabimo, je [99mTc]Tc-DTPA (z [99mTc] označena dietil-lentriaminpentaocetna kislina), ki se izloča z glomerulno filtracijo (13, 14). Radiofarmaki s tubulno sekrecijo so zaradi učinkovitega izločanja iz ledvic boljša izbira, zlasti pri novorojenčkih in otrocih z zelo razširjenim votlim sistemom ali okvarjenim ledvičnim delovanjem (12).

Običajne klinične indikacije za preiskavo:

- začetna ocena ledvičnega delovanja in odtoka urina pri brezsimptomnih bolnikih z UZ ugotovljeno razširitvijo votlega sistema ledvic z razširitvijo sečevoda ali brez nje in mikcijskim cistogramom, ki ne prikaže VUR, ali so najdbe sumljive za hkratni refluks in zaporo pieloureternega spoja;
- sledenje otrok z nejasnim začetnim izvidom glede prisotnosti motnje odtoka, sledenje dinamike obstruktivne odtočne motnje in sledenje dinamike relativne ledvične funkcije;
- ocena intermitentne obstrukcije pieloureternega spoja kot vzroka ponavljajoče se bolečine v trebuhu pri starejših otrocih z razširitvijo votlega sistema (preiskava je najbolj povedna med bolečino ali v 24 urah od pojava bolečine);
- ocena ledvičnega delovanja in odtoka urina po kirurških posegih (12).

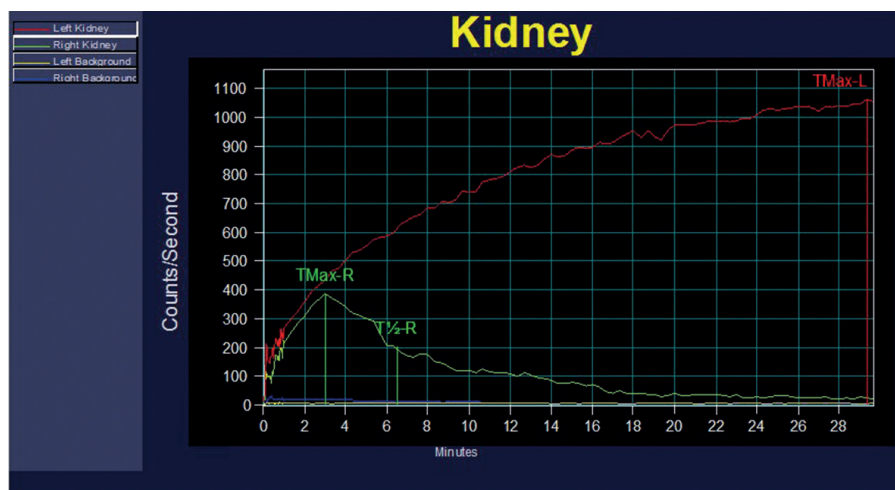
Kontraindikacij za preiskavo pri otrocih ni (15).

Potek preiskave. Za preiskavo je potrebna dobra hidracija, bodisi *per os* bodisi intravensko (15–20 ml/kg TT). Otroci lahko hrano uživajo normalno. Po pregledu dokumentacije otroku oz. staršem ali skrbnikom, ki lahko otroka spremljajo ves čas, pojasnimo potek preiskave. Nastavimo intravensko kaniilo. Tik pred vnosom radiofarmaka preko vstavljene intravenske kaniile otroka, če je dovolj star, prosimo, da izprazni mehur.

Ustrezno aktivnost radiofarmaka izračunamo s tabelo EANM. Minimalna priporočena aktivnost je 15 MBq, maksimalna priporočena aktivnost pa 70 MBq (11, 16). Dinamično slikanje (10–20 s na posnetek) se začne takoj po vnosu radiofarmaka in traja 30 minut. Med preiskavo otrok leži na hrbtu in miruje na preisko-valni mizi, kamera gama pa je pod mizo. Po potrebi otrok prejme intravensko tudi diuretik (furosemid 1 mg/kg pri dojenčkih oz. 0,5 mg/kg pri otrocih, starejših od enega leta, do največjega odmerka 20 mg; noveše smernice sicer priporočajo pri vseh 1 mg/kg do maksimalnega odmerka 40 mg). Diuretik lahko vnesemo hkrati z radiofarmakom (protokol F 0) ali na polovici preiskave protokol F+ (15 oz. 20). Po zaključku dinamičnega dela opravimo še eno- do dveminutne statične scintigrame pred mikcijo in po njej oz. po drenažnem položaju (vsaj 15 minut pokončne drže) (11, 12).

Po ustrezni obdelavi scintigramov lahko izračunamo relativno ledvično funkcijo in dobimo krivuljo praznjenja aktivnosti iz ledvic v času, s katero ocenjujemo vzorec praznjenja in hitrost praznjenja (Slika 3). Iz statičnih scintigramov lahko izračunamo dodatno praznjenje aktivnosti po mikciji oz. drenažnem položaju (12).

Prejet efektivni odmerek sevanja pri dinamični scintigrafiji ledvic je 6,1–7,0 μ Sv/MBq, pri otrocih v starosti do 20 mesecev je to v povprečju $0,38 \pm 0,25$ mSv (15, 17).



SLIKA 3. SEKVENČNA SCINTIGRAFIJA LEDVIC Z $[^{99m}\text{Tc}]\text{TC-MAG3}$ S PRIKAZOM KRIVULJE PRAZNJENJA AKTIVNOSTI RADIOFARMAKA: KRIVULJA DESNE LEDVICE (ZELENA LINIJA) JE NORMALNA, KRIVULJA LEVE LEDVICE (RDEČA) JE OBSTRUKTIVNA, SAJ S ČASOM KONCENTRACIJA RADIOFARMAKA V VOTLEM SISTEMU LEVE LEDVICE NARAŠČA, KRIVULJA PRAZNJENJA JE ZATO OBRNJENA NAVZGOR.

FIGURE 3. SEQUENTIAL RENAL SCINTIGRAPHY WITH $[^{99m}\text{Tc}]\text{TC-MAG3}$ SHOWING THE EXCRETION CURVE: THE EXCRETION CURVE OF THE RIGHT KIDNEY (GREEN LINE) IS NORMAL AND OF THE LEFT KIDNEY (RED LINE) IS OBSTRUCTIVE, AS THE CONCENTRATION OF THE RADIOPHARMACEUTICAL IN THE CAVITY OF THE LEFT KIDNEY INCREASES WITH TIME AND THE EXCRETION CURVE IS DIRECTED UPWARD.

Statična scintigrafija ledvic z $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-DMSA}$

S statično scintigrafijo ledvic prikazemo ledvični parenhim. Uporabljeni radiofarmak je $[^{99m}\text{Tc}]\text{Tc-DMSA}$ (dimerkaptosukcinilna kislina), ki se privzame v proksimalnih zvitih tubulih (približno 50 % apliciranega radiofarmaka). Privzem radiofarmaka je odvisen od regionalnega pretoka krvi in funkcijskega ledvičnega parenhima. Preiskava omogoča natančen izračun relativne ledvične funkcije in oceno regionalne parenhimske funkcije ter je zelo občutljiva za odkrivanje kortikalnih defektov pri različnih pridobljenih ali prirojenih ledvičnih nepravilnostih (18).

Običajne klinične indikacije za preiskavo so:

- odkrivanje trajnih parenhimskih brazgotin šest mesecev ali več po akutni okužbi sečil;
- odkrivanje akutnega pielonefritisa ali poškodbe parenhima po poškodbi;

- opredelitev strukturnih anomalij ledvic;
- odkrivanje ektopičnega ledvičnega tkiva;
- izračun relativne funkcije posamezne ledvice (18).

Kontraindikacija je preobčutljivost na farmak (redko) ali na druge aktivne sestavine (kositrov klorid dihidrat, inozitol, askorbinska kislina) (15).

Potek preiskave: posebne priprave niso potrebne. Po pregledu dokumentacije otroku oz. staršem ali skrbnikom pojasnimo potek preiskave. Radiofarmak vnesemo preko sistema metuljčka ali intravenske kanile. Ustrezno aktivnost radiofarmaka izračunamo s tabelo EANM glede na otrokovo telesno težo. Najmanjša priporočena aktivnost je 18,5 MBq, največja priporočena aktivnost pa 100 MBq (15, 16).

Dve do tri ure ali več po dajanju radiofarmaka posnamemo statične scintigrame v AP projekciji in PA projekciji ter obojestransko v posteriorni stranski

projekciji (300.000–500.000 impulzov). Med preiskavo bolnik leži na hrbtu in miruje na preiskovalni mizi, ena glava kamere gama je postavljena pod mizo, druga pa nad bolnikom, v ravni ledvic. Po potrebi lahko dodatno opravimo še slikanje SPECT ali SPECT/CT (15, 18).

Po ustrezni obdelavi scintigramov lahko izračunamo relativno ledvično funkcijo ter ocenimo položaj, obliko in parenhim ledvic.

Prejet efektivni odmerek sevanja pri statični scintigrafiji ledvic je 8,8 $\mu\text{Sv}/\text{MBq}$, torej 0,62–1 mSv na poseg (15, 18).

Zaključek

Slikovne metode pri odkrivanju, opredelitvi in spremljanju otrok s prirojenimi napakami sečil so pomembne za preprečevanje ali upočasnitev razvoja kronične ledvične bolezni, saj ima eno izmed prirojenih nepravilnosti sečil kar polovica otrok s kronično ledvično boleznijo. Opredelitev anatomskih in

morfoloških sprememb ter njihov vpliv na ledvično delovanje sta tudi dober napovednik učinkovitosti zdravljenja in posledic anomalije na delovanje ledvic in na kakovost življenja.

Literatura

1. Ključevšek D. Pomen slikovnih metod pri prirojenih napakah sečil. In: Paro Panjan D, ed. Hemodinamsko, tekočinsko in elektrolitsko ravnanje pri novorojenčku: [učbenik]. Zbirka Poglavja iz neonatologije. Ljubljana: Medicinska fakulteta; 2016; 147–57.
2. Ključevšek D. Nove možnosti slikovne diagnostike razvojnih nepravilnosti sečil pri plodu in novorojenčku. V: Geršak K (ur.), et al. Izbrana poglavja iz ginekologije in perinatologije I. 1. izd. Ljubljana: Slovensko zdravniško društvo, Združenje za perinatalno medicino Slovenije, 2018. Str. 135–44.
3. Fister N, Ključevšek D. Slikovna diagnostika prirojenih nepravilnosti sečil. V: Ključevšek D (ur.). Slikovna diagnostika v otroškem obdobju : izbrana poglavja iz pediatrične radiologije : [učbenik]. Ljubljana: Služba za radiologijo, Pediatrična klinika, UKC: Medicinska fakulteta, Katedra za slikovno diagnostiko, 2018. Str. 163–9.
4. Ključevšek D. Vrste in posebnosti slikovnih metod v radiologiji urotraktov pri otrocih. V: Ključevšek D (ur.). Slikovna diagnostika v otroškem obdobju : izbrana poglavja iz pediatrične radiologije : [učbenik]. Ljubljana: Služba za radiologijo, Pediatrična klinika, UKC: Medicinska fakulteta, Katedra za slikovno diagnostiko, 2018. Str. 155–62.
5. Ramanathan S, Kumar D, Khanna M, Al Heidous M, Sheikh A, Virmani V, et al. Multi-modality imaging review of congenital abnormalities of kidney and upper urinary tract. *World J Radiol* 2016; 8 (2): 132–41.
6. Ntoulia A, Aguirre Pascual E, Back SJ, Bellah RD, Beltrán Salazar VP, Chan PKJ, et al. Contrast-enhanced voiding urosonography, part 1: vesicoureteral reflux evaluation. *Pediatr Radiol* 2021; 51: 2351–67.
7. Ključevšek D, Ključevšek T. Efficacy of contrast-enhanced percutaneous nephrosonography to evaluate urinary tract patency in children. *J Clin Ultrasound* 2020; 1–6.
8. Gimpel C, Avni EF, Breysem L, Burgmaier K, Caroli A, Cetiner M, et al. Imaging of Kidney Cysts and Cystic Kidney Diseases in Children: An International Working Group Consensus Statement. *Radiology* 2019; 290: 769–82.
9. Ključevšek D. Vloga magnetnoresonančne urografije v pediatriji. *Slov Pediatr* 2014; 21: 6–13.
10. Damasio MB, Bodria M, Dolores M, Durand E, Sertorio F, Wong MCY, et al. Comparative Study Between Functional MR Urography and Renal Scintigraphy to Evaluate Drainage Curves and Split Renal Function in Children With Congenital Anomalies of Kidney and Urinary Tract (CAKUT). *Front Pediatr* 2020; 7: 527.
11. Gordon I, Piepsz A, Sixt R. Guidelines for standard and diuretic renogram in children. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2011; 38: 1175–88.
12. Majd M, Bar-Sever Z, Santos AI, De Palma D. The SNMMI and EANM procedural guidelines for diuresis renography in infants and children. *J Nucl Med* 2018; 59: 1636–40.
13. Taylor AT. Radionuclides in nephrourology, part 1: Radiopharmaceuticals, quality control, and quantitative indices. *J Nucl Med* 2014; 55: 608–15.
14. Urinary tract. In: Ziessman HA, O'Malley JP, Thrall JH, eds. *Nuclear medicine and molecular imaging: The requisites*. 5th ed. Elsevier, 2020: 256–87.
15. Nephro-Urinary. In: Hustinx R, Muylle K., eds. *European nuclear medicine guide: A joint publication by EANM and UEMS/EBNM*. HGP Vullers, 2018: 202–25.
16. Lassmann M, Treves ST, EANM/SNMMI Paediatric Dosage Harmonization Working Group. Paediatric radiopharmaceutical administration: harmonization of the 2007 EANM paediatric dosage card (version 1.5.2008) and the 2010 North American consensus guidelines. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2014; 41: 1036–41.
17. Soares Machado J, Tran-Gia J, Schlögl S, Buck AK, Lassmann M. Biokinetics, dosimetry, and radiation risk in infants after 99mTc-MAG3 scans. *EJNMMI Res* 2018; 8 (1): 10. Erratum in: *EJNMMI Res* 2021; 11 (1): 101.
18. Vali R, Armstrong IS, Bar-Sever Z, Biassoni L, Borgwardt L, Brown J, et al. SNMMI procedure standard/ EANM practice guideline on pediatric [99mTc]Tc-DMSA renal cortical scintigraphy: an update. *Clin Transl Imaging* 2022; 10: 173–84.

prof. dr. Damjana Ključevšek, dr. med.

(kontaktna oseba / *contact person*)

Služba za radiologijo, Pediatrična klinika,
Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija
damjana.kljucevsek@kclj.si

dr. Daša Šfiligoj Planjšek, dr. med.

Klinika za nuklearno medicino,
Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

Evita Pšeničny Ažman, dr. med.

Služba za radiologijo, Pediatrična klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

doc. dr. Gregor Novljan, dr. med.

Klinični oddelek za nefrologijo, Pediatrična klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
in Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

prispelo / *received*: 29. 9. 2023
sprejeto / *accepted*: 16. 10. 2023

Ključevšek D, Šfiligoj Planjšek D, Pšeničny Ažman E, Novljan G. Postnatalno diagnosticiranje prirojenih nepravilnosti sečil. *Slov Pediatr* 2023; 30(4): 197-203.
<https://doi.org/10.38031/slovpediatr-2023-4-07>.