

Pregledni članek / Review article

VLOGA MAGNETNORESONANČNE UROGRAFIJE V PEDIATRIJI

THE ROLE OF MAGNETIC RESONANCE UROGRAPHY IN PAEDIATRICS

D. Ključevšek

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

IZVLEČEK

V zadnjih letih je prišlo do velikega napredka na področju slikovnega diagnosticiranja bolezni sečil. Različne tehnike ultrazvočnih preiskav, vključno z uvedbo ultrazvočnega kontrastnega sredstva (ultrazvočna mikcijska cistografija), in slikanje sečil z magnetno resonanco pomembno vplivajo na razvoj pediatrične urologije. Trend v sodobni radiologiji je zmanjševanje izpostavljenosti ionizirajočemu sevanju ali popolna izognitev ter kombiniranje morfološkega in funkcijskega slikanja v eni preiskavi. V prispevku predstavljamo različne tehnike slikanja sečil z magnetno resonanco, njihove prednosti in slabosti ter indikacije za magnetnoresonančno urografijo pri otrocih.

Ključne besede: magnetnoresonančna urografija, otroci, indikacije, prednosti, slabosti.

ABSTRACT

Recent years have witnessed major strides in imaging modalities of the urinary tract, including different ultrasound techniques and the use of ultrasound contrast medium (contrast-enhanced voiding urosonography), and magnetic resonance imaging, which have significantly influenced the development of paediatric urology. The trend in modern radiology is towards a reduction in or elimination of radiation exposure and combined morphological and functional imaging. This article is devoted to various techniques of magnetic resonance urography, the currently accepted applications of magnetic resonance urography in paediatric urology, and the advantages and disadvantages of this examination.

Key words: magnetic resonance urography, children, indications, advantages, disadvantages.

UVOD

Ultrazvočna preiskava (UZ) sečil je osnovna slikovna diagnostična preiskava v pediatrični uro radiologiji. Izkušen preiskovalec lahko zanesljivo opredeli prirojene in pridobljene nepravilnosti sečil s pomočjo UZ tehnike in z uporabo ultrazvočnega kontrastnega sredstva (KS). Glavna prednost UZ je, da je varna za otroka, ne obremenjuje s sevanjem in ne zahteva sediranja ali anestezije. Najpogostejša rentgenska kontrastna preiskava na področju radiologije sečil je mikcijska cistouretrografija (MCUG), ki jo je v veliki meri nadomestila ultrazvočna oblika te preiskave (UMCG) z uporabo UZ KS. MW6 uporabljamo v prvi vrsti za odkrivanje in spremljanje vezikoureternega refluksa. MCUG je indicirana le v primerih, ko moramo dobro prikazati sečnico, pri vrednotenju mikcijskih težav, pred nekaterimi operativnimi posegi v dogovoru z urologom, pri kompleksni uropatologiji in če pri preiskovancu ne moremo zadovoljivo prikazati sečil z UZ (slabo sodelovanje preiskovanca, huda skolioza, ektopična ledvica). Večini drugih kontrastnih rentgenskih preiskav se na področju uro radiologije poskušamo izogniti: intravenska urografija velja v pediatriji za zastarelo metodo, računalniško tomografijo (CT) pa uporabljamo le v posebnih primerih zaradi visoke sevalne obremenitve. Še vedno pa uporabljamo kontrastno rentgensko slikanje po nefrostromi ali v okviru retrogradne pielografije za prikaz sečil. Funkcijo ledvic večinoma ocenjujemo z ustrežno scintigrafsko metodo: scintigrafijo z izotopom ^{99m}Tc DMSA (dimerkaptosukcinitilna kislina) in scintigrafijo z izotopom ^{99m}Tc MAG3 (merkaptacetil triglicin). DMSA uporabljamo za prikaz funkcionalnega dela ledvičnega parenhima, izračun relativnega funkcijskega deleža posamezne ledvice ter za dokazovanje brazgotin po vnetju ledvičnega parenhima in delujočega parenhima ledvic pri ledvičnih malformacijah ter ektopičnih ali urografske nedelujočih ledvicah. MAG3 uporabljamo za določanje relativnega funkcijskega deleža posamezne ledvice in dokazovanje zapore votlega sistema ledvic ter za razlikovanje med zastojem v razširjenem votlem sistemu in zaporo. Novo poglavje na področju pediatrične uro radiologije se je odprlo z uvedbo do sedaj najbolj obetavne in vsestranske metode – magnetnoresonančne urografije (MRU).

Uveljavljanje novih diagnostičnih metod je dokaj zahtevno in dolgotrajno. Nova metoda mora ponuditi več informacij od predhodnih in ni dovolj, da bolezenske spremembe le lepše prikažemo. Dokazati moramo, da je nova metoda boljše diagnostično orodje kot uveljavljene metode za odkrivanje, opredelitev in spremljanje bolezni, kar se mora odražati tudi v podobni ali boljši občutljivosti in specifičnosti. Koristno je tudi, da je nova preiskava manj obremenjujoča za preiskovanca. Ena izmed takšnih novih diagnostičnih metod je MRU. MRU je v zadnjih letih postala pomembno diagnostično orodje in komplementarna UZ pri odkrivanju in klasifikaciji prirojenih nepravilnosti sečil, pri določanju mesta zapore na področju sečil in prikazu ledvičnih žil. MRU je druga stopnja v slikovnem diagnosticiranju takoj za UZ preiskavo sečil. Glavna prednost MRU je, da združuje odličen anatomske in morfološke prikaz s funkcijo sečil v eni sami preiskavi brez uporabe ionizirajočega sevanja, kar je velika prednost v otroškem obdobju (1). Kljub vsemu jo uvrščamo med (semi)invazivne preiskave, saj podobno kot ostale rentgenske metode lahko vključuje kateterizacijo sečnega mehurja in intravensko vbizganje KS. Preiskava z MR ni boleča, vendar se preiskovanec med preiskavo ne sme premikati, zato je pri majhnih otrocih potrebna sedacija oz. anestezija. Čeprav MRU še ni v celoti standardizirana, je vključena v slikovne protokole diagnosticiranja različnih bolezni sečil v otroškem obdobju (1, 2).

V prispevku prikazujemo različne oblike MRU, morfološke in funkcijske del preiskave, prednosti in slabosti MRU ter indikacije za preiskavo. Na pomembnost MRU v pediatrični uro radiologiji najbolj zgovorno kaže njeno poimenovanje, saj preiskavi pravijo tudi »sveti gral« (angl. *holy grail*) pediatrične uro radiologije (3).

MAGNETNO RESONANČNA UROGRAFIJA

MRU je najbolj napredna slikovna metoda prikaza sečil pri otrocih, ki z uporabo magnetnega polja omogoča vsestranske morfološke in funkcijske

podatke brez uporabe ionizirajočega sevanja (angl. »all in one« method).

MRU obsega kompleksno skupino tehnik slikanja in omogoča manj invazivno vrednotenje številnih nepravilnosti sečil glede na ostale priznane rentgenske metode (4–6). Za katero tehniko oziroma za katere sekvence se bomo v okviru MRU odločili, je odvisno od kliničnega vprašanja.

Nujno je, da preiskovanca dobro pripravimo na preiskavo. Pred preiskavo mu vstavimo intravenski kanal. Osnova je dobra hidriranost preiskovanca pred preiskavo. Pri otrocih priporočamo intravensko hidriranje z 10 ml fiziološke raztopine/kg telesne teže, ki jo uporabljamo na naši kliniki, ali hidriranje po protokolu z Ringerjevim laktatom (4) in ne le pitje tekočin. To nam omogoča nadzor nad prejeti količino tekočine in možnost, da preiskavo po potrebi ponovimo. Tik pred preiskavo preiskovanec izprazni sečni mehur, saj poln sečni mehur povzroča nelagodje in nemirnost ter posledični neostrost in zabrisanost slik. Navadno vstavitve urinskega katetra ni potrebna. Urinski kateter vstavimo le pri otrocih v anesteziji in pri sumu na visoke stopnje vezikouretrnega refluksa, ker poln sečni mehur zaradi retrogradnega pritiska vpliva na oceno ledvične funkcije. Intravenski kanal omogoča dajanje diuretika (Lasix) med preiskavo za boljši prikaz votlega sistema sečil zaradi povečanega izločanja urina in paramagnetnega KS.

Magnetnoresonančne urografske tehnike za prikaz sečil

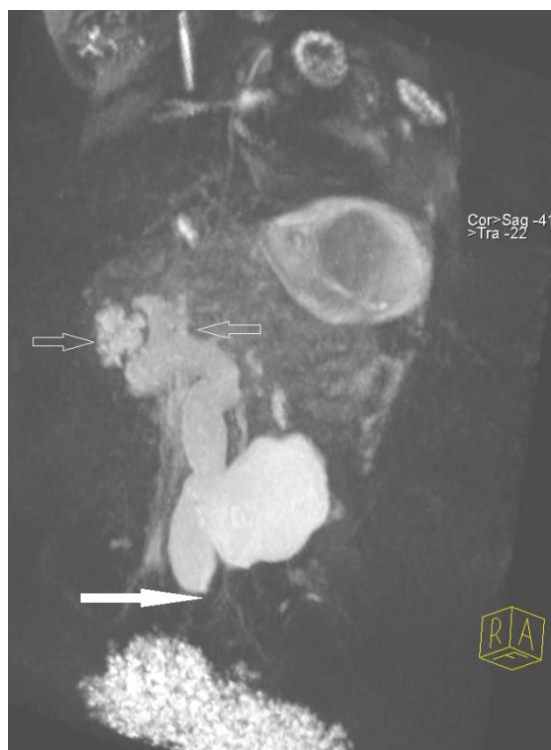
Poznamo več tehnik MRU (4–6). Za katero tehniko se bomo odločili, je odvisno od kliničnega vprašanja, ledvične funkcije in kliničnega stanja otroka. MRU razdelimo v dve veliki skupini:

1. anatomsko-morfološke tehnike MRU:
 - statično-tekočinska MRU,
 - ekskretorna MRU,
 - klasična MRU.
2. funkcijske tehnike MRU (fMRU), ki se med

seboj razlikujejo glede na čas dajanja diuretika med preiskavo in glede na računalniški program za analiziranje funkcije ledvice (7–9).

Opis različnih tehnik MRU:

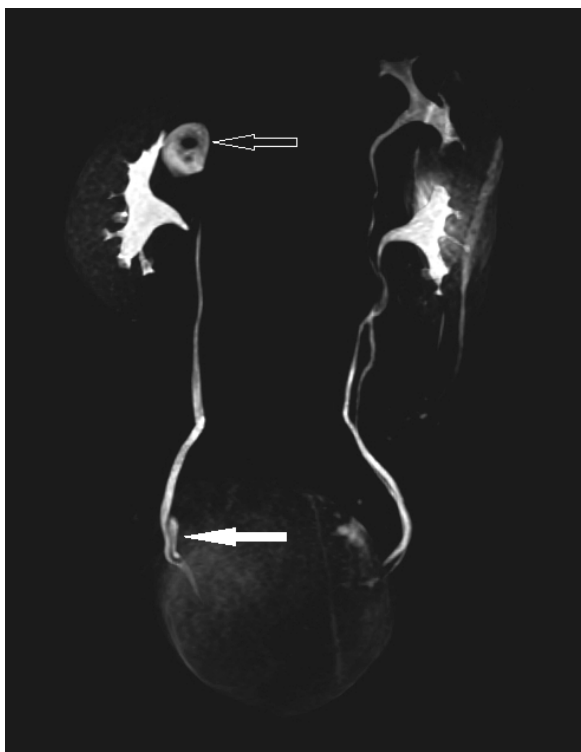
- Statično-tekočinska MRU je najenostavnejša. Uporabimo tekočinsko občutljive sekvence, ki dobro prikažejo tekočino v votlem sistemu sečil. To tehniko uporabljamo pri preiskovancih z razširjenimi sečevodi, pri sumu na zaporo sečevoda ter pri bolnikih, pri katerih ne smemo uporabiti paramagnetnega KS. Preiskava je relativno kratka. Zelo uporabna je pri novorojenčkih z obstruktivno motnjo na področju sečil (Slika 1).



Slika 1. Statično-tekočinska magnetnoresonančna urografija (MRU) pri 9 dni stari novorojenki s podvojenim votlim sistemom desne ledvice (spodnji del podvojenega votlega sistema \rightarrow), megauretrom zgornjega dela (\blacktriangleright) in ektopično vstavitvijo megauretra v nožnico (\blackrightarrow).

Figure 1. Static-fluid magnetic resonance urography (MRU) in a 9-day-old girl with a duplication of the collecting system of the right kidney (lower pole moiety \rightarrow), megaureter of the proximal part (\blacktriangleright) and ectopic insertion of the megaureter into the vagina (\blackrightarrow).

- Ekskretorna MRU je v grobem analogna CT-urografiji in klasični rentgenski intravenski urografiji, ki ju pri otrocih praktično ne uporabljamo več oziroma le v izbranih primerih. Preiskavo nadgradimo z intravenskim dajanjem diuretika in paramagnetnega KS ter votli sistem slikamo med fazo izločanja KS v votli sistem (Slika 2). Preiskovanec mora imeti primerno funkcijo ledvic, ki omogoča ustrezno izločanje in razporeditev KS. Ekskretorna MRU dobro prikaže majhne ali subtilne anomalije, če sečevodi niso razširjeni.



Slika 2. Urografska faza MRU za prikaz votlega sistema: obarvanje ciste v desni ledvici zaradi komunikacije z votlim sistemom in verjetno prirojena anomalija spodnjega dela sečevoda (solidna puščica). Podvojeni votli sistem leve ledvice.

Figure 2. Urographic phase of MRU for demonstration of the collecting system: right kidney cyst enhancement due to communication with the normal-shaped collecting system and probable congenital anomaly of the distal part of the ureter (solid arrow). Duplex collecting system on the left.

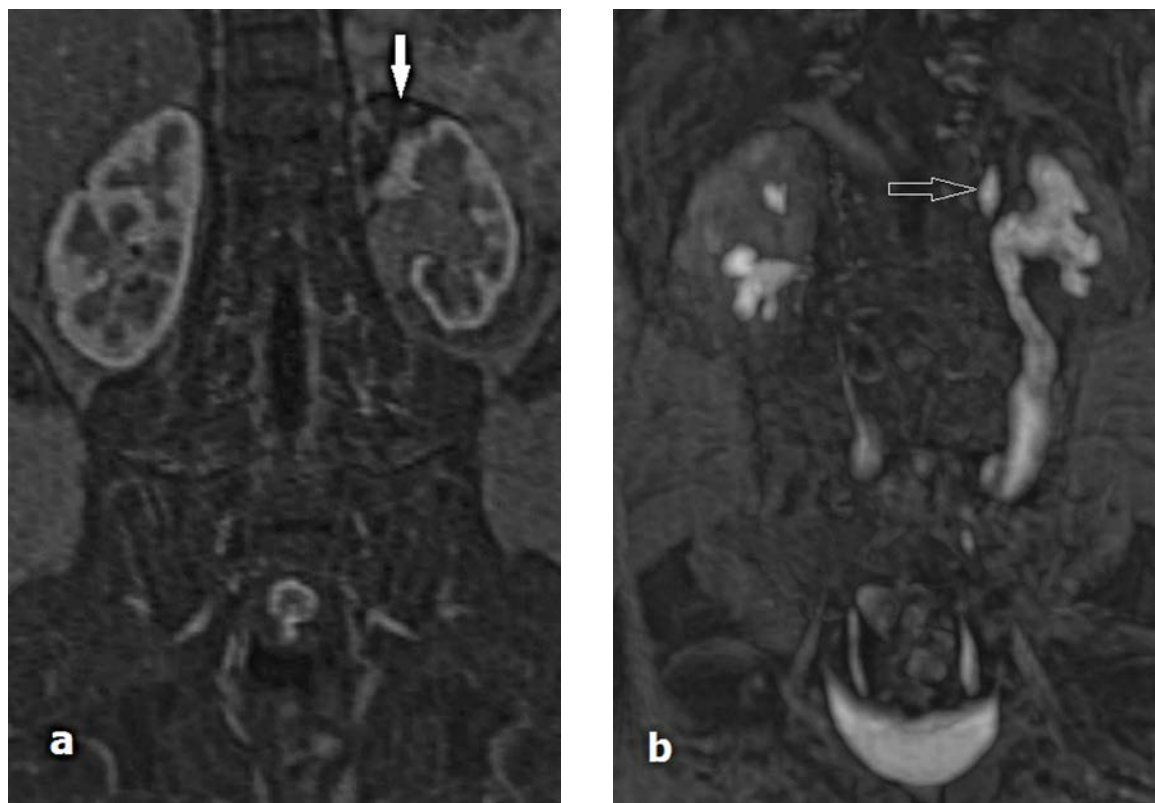
- Klasična MRU: Če kombiniramo obe zgoraj navedeni tehniki s standardnimi MR posnetki

sečil/trebuha, dobimo bolj celovito sliko sprememb z dobrim anatomskim in morfološkim prikazom sečil: ocenimo položaj, obliko, velikost in morfologijo ledvic, ledvični parenhim (strukturne spremembe ledvičnega parenhima, brazgotine, ciste) (Slika 3) in votli sistem (stopnja hidronefroze, možnost določitev mesta zapore sečevoda, morfološke anomalije ledvičnih čašic, podvojitve), prikažemo sečevode v celotni dolžini, vključno z mestom njihovega vstopa v sečni mehur, in ocenimo anomalije sečnega mehurja. Okvirno ocenimo funkcijo ledvic (opišemo pravočasno/zakasnelo izločanje) (Slika 4). Uporabna je pri boleznih, pri katerih moramo natančneje oceniti ledvični parenhim in votli sistem. Zadovoljiv je tudi prikaz aorte in ledvičnih žil (dobimo podatke o številu in legi ledvičnih arterij, kar je posebej pomembno pri ocenjevanju pieloureteralne zožitve zaradi križanja arterije (angl. *crossing vessel*).



Slika 3. MRU pri 13-mesečni deklici s prirojenimi nepravilnostmi sečil: odličen morfološki prikaz tipičnih znakov displazije zgornjega pola podvojene leve ledvice (puščica).

Figure 3. MRU in a 13-month-old girl with congenital urinary tract anomalies: excellent morphological display of the typical signs of a dysplastic upper pole moiety of the left kidney (arrow).



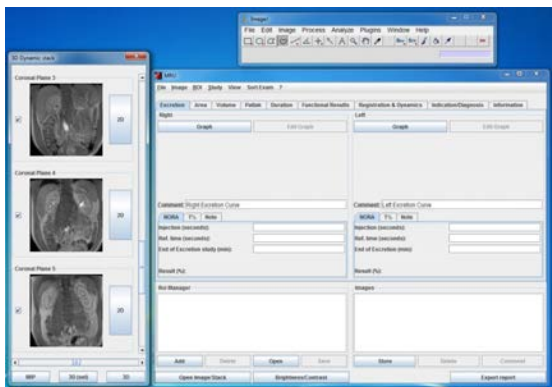
Slika 4. Funkcijska MRU: a) kortikalna faza: displastični zgornji pol leve ledvice (puščica) se v arterijski fazi ne obarva, kar kaže na slabšo funkcijo tega dela, b) urografska faza: minimalno delovanje displastičnega dela leve ledvice s prikazom kontrastnega sredstva v pripadajočem sečevodu v pozni urografski fazi (puščica). Hidronefroza spodnjega dela podvojitve leve ledvice z razširjenim sečevodom.

Figure 4. Functional MRU: a) cortical phase: dysplastic left upper pole moiety (arrow) does not enhance in the arterial phase because of impaired function of this part, b) urographic phase: minimal function of the dysplastic upper pole moiety of the left kidney – contrast medium is shown in the upper ureter in the late urographic phase (arrow). Hydronephrosis of the left lower pole moiety with dilated ureter.

- Funkcijska MRU (fMRU) je nadgradnja vseh tehnik, saj poleg morfoloških podatkov ponuja tudi natančne informacije o ledvični funkciji. Po opravljeni preiskavi moramo določene sekvence (poseben način slikanja v renografski fazi preiskave) vnesti v računalniški program, s pomočjo katerega analiziramo slike za določitev funkcije ledvic. Obstajata dve različici računalniških programov: francoska *ImageJ* (www.univ-rouen.fr/med/MRurography/accueil.htm) (9) (Slika 5) in ameriška *CHOP-fMRU* (www.chop-fmru.com) (7). S programi lahko izračunamo volumen obeh ledvic, grafično prikažemo ekskrecijsko krivuljo (normalna, mejna, akumulacijska), izračunamo relativni funkcijski

delež posamezne ledvice z metodo določitve področja pod krivuljo (povezano z glomerulno filtracijo ledvice) in/ali z Rutland-Patlavkovo metodo. Če je potrebno, lahko določimo različne časovne intervale prehoda KS skozi ledvice. Opišemo, kakšna sta MR-nefrogram in kakšna je koncentracija KS v sredici ledvic. Pomemben podatek je tudi izplavljanje KS iz votlega sistema ledvic in sečevodov v sečni mehur, ki omogoča razlikovanje med zastojem v razširjenem votlem sistemu in njegovo zaporo. Primerjalne raziskave funkcijske MR renografije s scintigrafskimi preiskavami ledvic so pokazale dobro ujemanje obeh metod pri določanju funkcije ledvic. MRU v primerjavi s scintigrafijo ponuja

še številne anatomske in morfološke informacije o stanju sečil.



Slika 5. Računalniški program ImageJ s pripravljenimi paketi slik za funkcijsko analizo.

Figure 5. ImageJ computer programme with package of images ready for functional analysis.

Indikacije za MRU

- Ko se odločimo za MRU, moramo dobro premisliti, katere informacije o sečilih in/ali funkciji sečil potrebujemo, saj je od tega odvisna izbira tehnike – MRU ali fMRU. Potrebno je jasno klinično vprašanje. Indikacije za MRU so številne (1, 2, 5):
- Prirojene nepravilnosti sečil (10): vrednotenje kompleksnih prirojenih napak sečil (ocena morfologije in strukture ledvičnega parenhima ter celotnih sečil, vključno s sečnim mehurjem), kompleksnih podvojitev votlega sistema (zlasti odkrivanje ektopičnih sečevodov in okultnih zgornjih polov podvojenega votlega sistema) in opredelitev cistične bolezni ledvic.
- Opredelitev razširitve votlega sistema ledvic oziroma opredelitev vzroka hidronefroze in mesta zapore votlega sistema in/ali sečevodov (11–13): morfološko spremenjene ledvične čašice, oblika in razširitev votlega sistema ter videz sečevodov so v pomoč pri določanju mesta zapore. Zakasnjeno izločanje KS kaže na okvirno funkcijo ledvice, medtem ko fMRU natančno opredeli funkcijo ledvice in razlikuje med zaporo in razširitvijo votlega

sistema, kar je pomembno za nadaljnjo klinično obravnavo. MRU je pomembna tudi po spremljanju bolnika po pieloplastiki (14).

- Opredelitev refluksne nefropatije (brazgotin), pielonefritisa in displazije ledvic. Izsledki raziskav so pokazali, da je MRU bolj učinkovita preiskava kot DMSA-scintigrafija pri določanju sprememb v sklopu kroničnega pielonefritisa in razlikuje med prirojenimi in pridobljenimi spremembami po vnetju (15–17).
- Opredelitev ledvičnih mas, ki jih ne moremo opredeliti z UZ: predvsem boljša opredelitev morfoloških značilnosti benignih tumorjev, razširjenost malignih tumorjev in vraščanje tumorjev v žilje.
- Vrednotenje sečil pred operacijo, če je potreben boljši anatomske, morfološke in funkcijske prikaz sečil, ali pomoč pri odločitvi za vrsto operacije ter spremljanje po operativnem posegu s prikazom anastomoz in zapletov, kot so zožitve (strikture), določitev vzroka in mesta zapore sečevoda, prikaz fistul itd.
- Pred presaditvijo ledvic in vrednotenje zapletov po presaditvi.

Prednosti MRU pred ostalimi slikovnimi metodami

1. Boljši anatomske in morfološke prikaz sečil v treh ravninah.
2. Hkratno pridobivanje anatomske-morfoloških in funkcijskih podatkov, ki jih sicer dobimo le s kombinacijo več preiskav, kar je za otroka in starše bolj naporno.
3. Odsotnost ionizirajočega sevanja, saj so otroci nanj posebej občutljivi.
4. Manj neželenih učinkov paramagnetnih KS v primerjavi z neželenimi učinki jodovih KS pri rentgenskih preiskavah.

Omejitve MRU

Največja omejitev MRU je potreba po globoki sedaciji oziroma splošni anesteziji pri majhnih otrocih

(do 6 let). Preiskava ni boleča, vendar mora preiskovanec ležati popolnoma pri miru in se ne sme premikati. Če ne sodeluje, preiskava zaradi neustreznih slik pogosto ni diagnostična. Preiskava je dolga in traja od pol ure do ure in pol, odvisno od vrste MRU. Sedaciji se pri novorojenčkih lahko izognemo z uporabo t.i. tehnike hranjenja: otroka pol ure pred preiskavo nahranimo, ga uspavamo, tesno povijemo, da se počuti varno, in ga položimo v napravo za MR. Uporabimo protihrupne ušesne čepke. Otrok je po hranjenju utrujen in zaspil ter se praviloma ne premika. Uspešno jo uporabljamo pri izvajanju statično-tekočinske MRU.

Pri večini moramo potrebno uporabiti paramagnetno KS. Strogo se moramo držati protokolov za uporabo paramagnetnih KS pri bolnikih z oslabele ledvično funkcijo (8). MRU s KS je kontraindicirana pri otrocih s kronično ledvično boleznijo (KLB) 4–5 (GFR < 30 ml/min/1,73m². Pri KLB-3 (GFR 30 – 60 ml/min/1,73m²) je potrebna previdnost. Pri teh opisujejo sistemsko nefrogeno fibrozo, ki je redek, a hud zaplet uporabe paramagnetnega KS. Danes uporabljamo bolj stabilna makrociklična paramagnetna KS (odmerek KS > 0,2 mmol/kg), pri katerih tega zapleta ne opisujejo (8, 18).

Na število preiskav in razpon indikacij vplivajo tudi visoka cena, zasedenost naprav za MR in obremenjenost radiologov (analiza preiskave).

MRU ni primerna preiskava za razlikovanje med kamni v votlem sistemu, parenhimskimi kalcifikacijami in zrakom, ki se tipično pojavijo kot polnitveni defekti. Tu je primernejša preiskava UZ sečil.

ZAKLJUČEK

MRU je edina metoda, ki nam hkrati ponuja podatke o morfologiji in funkciji sečil (»vse v eni preiskavi«), zato ima pomembno mesto pri diagnosticiranju prirojenih nepravilnosti sečil in opredelitvi razširitev votlega sistema brez uporabe ionizirajočega sevanja. Z razvojem MR-tehnike pričakujemo, da se

bodo indikacije za MRU in fMRU še razširile, preiskava pa bo postala otrokom prijaznejša in krajša. Glavna omejitev pri majhnih otrocih, pri katerih je MRU indicirana največkrat, je potreba po sedaciji oziroma anesteziji. Diagnostična vrednost MRU in fMRU je dokazana in sprejeta v mednarodne protokole obravnave različnih bolezni v pediatrični uro-radiologiji. Na Pediatrični kliniki v Ljubljani izvajamo vse vrste MR-tehnik v vseh starostnih obdobjih. Nujno je tesno sodelovanje nefrologov, urologov in radiologov. Glede na pridobljene izkušnje bomo MRU uvrstili v naše protokole obravnave nefrološko-uroloških bolnikov. Do objave protokolov se o tem, ali je MRU potrebna ali ne in kakšno vrsto MRU preiskave bomo naredili, odločamo na skupnih nefrouroloških konzilijih.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem dipl. rad. ing. Andreju Sirniku, ki je s svojim tehničnim znanjem s področja MR-slikanja pripomogel k uspešnemu izvajanju in postavitvi protokolov MRU in fMRU v različnih starostnih obdobjih, ter dipl. rad. ing. Igorju Šabiču za pomoč pri računalniški postavitvi programov in pripravi slik za hitrejšo funkcijsko analizo. Brez njunega sodelovanja bi bila pot do uspešnega izvajanja teh preiskav veliko težja in daljša.

LITERATURA

1. Darge K, Grattan-Smith JD, Riccabona M. Pediatric uro-radiology: state of the art. *Pediatr Radiol* 2011; 41: 82-91.
2. Riccabona M, Avni FE, Dacher JN, Damasio MB, Darge K, Lobo ML et al. ESPR uro-radiology task force and ESUR paediatric working group: imaging and procedural recommendations in paediatric uro-radiology, part III. Minutes of the ESPR uro-radiology task force mini symposium on intravenous urography, uro-CT and MR-urography in childhood. *Pediatr Radiol* 2010; 40: 1315-20.

3. Avni F, Riccabona M. The Holy Grail of anatomic and functional MR urography in children. *Pediatr Radiol* 2010; 40: 669.
4. Grattan-Smith JD, Little SB, Jones RA. MR urography in children: how we do it. *Pediatr Radiol* 2008; 38 (Suppl 1): S3-S17.
5. Cerwinka WH, Grattan-Smith JD, Kirsch JA. Magnetic resonance urography in pediatric urology. *J Ped Urol* 2008; 4: 74e83.
6. Leyendecker JR, Barnes CE, Zagoria RJ. MR Urography: Techniques and Clinical Applications 1. *Radio Graphics* 2008; 28: 23-48.
7. Khrichenko D, Darge K. Functional analysis in MR urography — made simple. *Pediatr Radiol* 2010; 40: 182-99.
8. Vivier PH, Dolores M, Taylor M, Elbaz F, Liard A, Dacher JN. MR urography in children. Part 1: how we do the F0 technique. *Pediatr Radiol* 2010; 40: 732-8.
9. Vivier PH, Dolores M, Taylor M, Dacher JN. MR urography in children. Part 2: how to use ImageJ MR urography processing software. *Pediatr Radiol* 2010; 40: 739-46.
10. Karaveli M, Katsanidis D, Kalaitzoglou I, Haritanti A, Sioundas A, Dimitriadis A et al. MR urography: Anatomical and quantitative information on congenital malformations in children. *Nigerian Medical Journal* 2013; 54 (2): 136-42.
11. Grattan-Smith JD, Little SB, Jones RA. MR urography evaluation of obstructive uropathy. *Pediatr Radiol* 2008; 38 (Suppl 1): S49-S69.
12. Kocaoğlu M, İlca AT, Bulakbaşı N, Ergin A, Üstünsöz B, Sanal T et al. MR urography in pediatric uropathies with dilated urinary tracts. *Diagn Interv Radiol* 2005; 11: 225-32.
13. Hadjidekov G, Hadjidekova S, Tonchev Z, Bakalova R, Aoki I. Assessing renal function in children with hydronephrosis – additional feature of MR urography. *Radiol Oncol* 2011; 45(4): 248-58.
14. Little SB, Jones RA, Grattan-Smith JD. Evaluation of UPJ obstruction before and after pyeloplasty using MR urography. *Pediatr Radiol* 2008; 38 (Suppl 1): S106-S124.
15. Grattan-Smith JD, Little SB, Jones RA. Evaluation of reflux nephropathy, pyelonephritis and renal dysplasia. *Pediatr Radiol* 2008; 38 (Suppl 1): S83-S105.
16. Smith EA. Pyelonephritis, renal scarring, and reflux nephropathy: a pediatric urologist's perspective. *Pediatr Radiol* 2008; 38 (Suppl 1): S76-S82.
17. Greenbaum LA. Renal dysplasia and MRI: a clinician's perspective. *Pediatr Radiol* 2008; 38 (Suppl 1): S70-S5.
18. Natalin RA, Prince MR, Grossman ME, Silvers D, Landman J. Contemporary Applications and Limitations of magnetic resonance Imaging Contrast Materials. *J Urol* 2010; 183(1): 27-33.

Kontaktna oseba/Contact person:

Doc. dr. Damjana Ključevšek, dr. med.
Služba za radiologijo
Pediatrična klinika
Univerzitetni klinični center Ljubljana
Bohoričeva 20
SI-1525 Ljubljana

Email: damjana.kljucevsek@gmail.com

Prispelo/Received: 18. 2. 2014

Sprejeto/Accepted: 4. 3. 2014