

Videourodinamika uz kontrastnu mikcijsku urosonografiju - nova metoda u pedijatrijskoj nefrourologiji

Andrea Cvitković Roić¹, Iva Palčić¹, Alemka Jaklin Kekez¹, Goran Roić²

Cilj ovog rada je prikazati videourodinamiku kombiniranu s kontrastnom mikcijskom urosonografijom koja se primjenjuje u našoj ustanovi otprije 4 godine. Metoda se ne služi ionizirajućim zračenjem i visoko je senzitivna za prikaz vezikoureteralnog refluksa. Tijekom pretrage simultano se procjenjuje funkcija donjeg mokraćnog sustava, prisutnost i stupanj refluksa te intravezikalni tlakovi i volumeni kod kojih se refluks javlja, što je važno u planiranju liječenja kao i u davanju prognoze. U radu analiziramo prednosti i nedostatke ove metode u odnosu na onu standardnu rendgensku i opisujemo tehniku izvođenja.

Ključne riječi: urodinamika; djeca; vezikoureteralni refluks

UVOD

Poremećaji funkcije donjeg mokraćnog sustava su česti u dječjoj dobi i mogu biti povezani s infekcijama urotrakta i vezikoureteralnim refluksom (VUR) (1, 2). Koff je prvi opisao tzv. sindrom disfunkcijske eliminacije koji uključuje opstipaciju, inkontinenciju urina, uroinfekcije, VUR, hidronefrozu i katkad bubrežno oštećenje (3).

Djeca koja uz refluks imaju i disfunkciju mjehura i crijeva (*engl. BBD bladder and bowel dysfunction*) imaju veći rizik od recidivirajućih uroinfekcija, unatoč antibiotskoj profilaksi, niži uspjeh endoskopskog liječenja VUR-a i češće postoperativne uroinfekcije, bez obzira na uspjeh kirurškog liječenja (2-5).

Stoga se danas kod svakog djeteta s VUR-om preporuča procijeniti funkciju donjeg mokraćnog sustava. Počinje se neinvazivnom procjenom koja uključuje različite anamnestičke upitnike, ultrazvuk bubrega i mokraćnog mjehura te *uroflow*, a prema potrebi daljnja procjena je invazivna i uključuje urodinamske studije (6-8).

Prepoznavanje urodinamskog poremećaja donjeg urotrakta kod djece s VUR-om glavni je preduvjet njihovog uspješnog liječenja, jer će pristup djetetu ovisiti o tipu i stupnju disfunkcije mjehura. Djeca s urodinamskim poremećajem zahtijevaju kompleksniji terapijski pristup koji, ovisno o tipu poremećaja, uključuje reedukaciju, uroterapiju, antikoliner-

gike, alfa-blokatore, kolinergike, biofeedback ili intermitentnu kateterizaciju (8).

Urodinamski pregled omogućuje određivanje etiologije inkontinencije i procjenu kapaciteta mokraćnog mjehura, intravezikalnih tlakova te funkcije detruzora i sfinktera. Sastoji se od istodobnog mjerenja i računalnog prikaza intravezikalnog i abdominalnog tlaka, elektromiografije vanjskog uretralnog sfinktera za vrijeme punjenja i mikcije te protoka urina (*pressure/flow/EMG studija*) (8-10).

Mikcijska cistouretrografija (MCUG) i dalje je najčešće primjenjivana metoda za procjenu refluksa, jer je unatoč rendgenskom zračenju jednostavna, široko dostupna i relativno jeftina (11). Kako su obje metode invazivne, odnosno uključuju kateterizaciju mokraćnog mjehura, u mnogim visokospecijaliziranim centrima urodinamsko ispitivanje i MCUG izvode se u jednoj studiji (10, 12), služeći se jednim dvolumenskim ili trolumenskim kateterom, što cijeli algoritam čini manje invazivnim za dijete i omogućava simultanu analizu anatomije i funkcije donjeg urinarnog trakta (10, 12).

¹ Poliklinika za dječje bolesti Helena, Svetice 36, 10000 Zagreb

² Klinika za dječje bolesti Zagreb, Klaićeva 16, 10000 Zagreb

Adresa za dopisivanje:

Iva Palčić, dr. med., specijalistica pedijatrije, uža specijalistica pedijatrijske nefrologije, Poliklinika za dječje bolesti Helena, Svetice 36, 10000 Zagreb, e-mail: iva.palcic@yahoo.com

Primljeno/Received: 5. 4. 2016., Prihvaćeno/Accepted: 26. 4. 2016.

Takva se pretraga naziva videourodinamika (VUD+MCUG). Osim manje invazivnosti zbog jednokratne kateterizacije, dodatna velika prednost ove metode je u tome što daje mogućnost procjene točnog volumena i intravezikalnog tlaka kod kojeg se VUR javlja. Refluks koji se javlja rano tijekom faze punjenja pod niskim intravezikalnim tlakom ima lošiju prognozu od refluksa koji se javlja pred kraj punjenja ili kod povišenog intravezikalnog tlaka (13). Refluks koji se javlja uz funkcionalni poremećaj donjeg urotrakta ima veliku mogućnost spontanog nestanka nakon izlječenja urodinamskog poremećaja, bez obzira na stupanj refluksa (14).

Glavni nedostatak standardne videourodinamike uz MCUG je taj što je to radiološka metoda koja se služi ionizirajućim zračenjem (15). Stoga se danas primjenjuje isključivo dijaskopski postupak MCUG-a, služeći se pulsnom dijaskopijom zbog reducirane doze zračenja u usporedbi s kontinuiranom dijaskopijom. Prednost metode je dobra anatomska razlučivost i prikaz muške uretre tijekom mikcije, a najveća mana i ograničenje su što uz somatsku dozu ionizirajućeg zračenja nosi i relativno visoku dozu zračenja za gonade, koju nažalost nije moguće izbjeći s obzirom na blizinu gonada efektivnom polju snimanja (11, 15, 16).

Dječja tkiva su osjetljivija na učinke zračenja od zrelih tkiva u odraslih, djeca imaju dulju životnu dob, pa je stoga i potencijal manifestacije onkogenih učinaka zračenja veći, a što je posebno važno u djece kod koje se cistografija ponavlja (11). Osim zračenja veliki nedostatak VUD-MCUG-a je u tome što je VUR intermitentni fenomen koji ne mora biti prisutan u trenutku pulsne dijaskopije, što smanjuje senzitivnost ove metode u dijagnostici refluksa (11, 15).

Zbog svega navedenog postoji jasna potreba za razvoj ne-ionizirajućih metoda za dijagnosticiranje i stupnjevanje VUR-a. Na inicijativu «Alijanse za sigurnu primjenu zračenja pri primjeni slikovnih dijagnostičkih metoda u dječjoj dobi» (engl. *The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging*) u svijetu je pokrenuta kampanja "Image Gently" kako bi se u pedijatriju uvele dijagnostičke metode koje se ne temelje na ionizirajućem zračenju ili kako bi se zračenje svelo na najmanju moguću mjeru prema načelu „ALARA“ (engl. *As low as reasonably achievable*) (17).

Slijedom toga u našoj smo ustanovi već prije 10 godina uveli ultrazvučnu tehnologiju u dijagnostiku vezikoureteralnog refluksa, a posljednje četiri godine i videourodinamiku uz kontrastnu mikcijsku urosonografiju (VUD+kMUS).

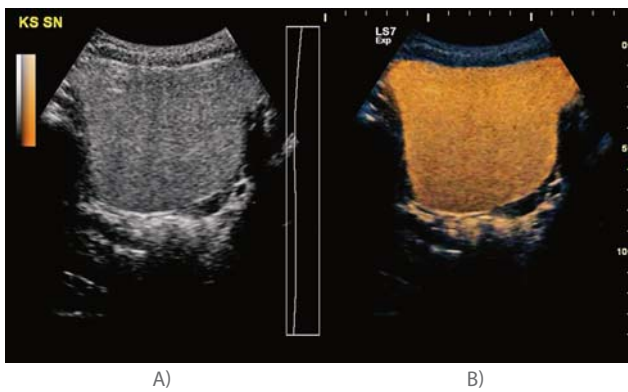
Kontrastna mikcijska urosonografija

Prvo izvješće o dijagnostici VUR-a ultrazvučnom tehnologijom objavljeno je 1976. godine, a nakon toga slijede brojni pokušaji implementacije ultrazvuka kao rutinske metode u dijagnostici VUR-a (18).

Prekretnica u ultrazvučnoj dijagnostici VUR-a dogodila se proizvodnjom ultrazvučnog kontrasta sa stabiliziranim mikromjehurićima. Ovo je kontrastno sredstvo bazirano na galaktozi s mikromjehurićima stabiliziranim slojem palmitske kiseline (19). Ovakav kemijski sastav kontrastnog sredstva rezultirao je duljim trajanjem kontrasta nakon aplikacije, više od 30 minuta, te homogenom kontrastnošću, što je znatno olakšavalo detekciju refluksa (20).

Slijedio je i razvoj druge generacije ultrazvučnih kontrastnih sredstava, također primarno namijenjenih intravenskoj primjeni u odrasloj dobi (21). Ultrazvučna kontrastna sredstva ove generacije po sastavu su mikromjehurići plina sumpornog heksaklorida, stabilizirani fosfolipidnom ovojnicom. Kontrast druge generacije stabilniji je i homogeniji od onog prve generacije, pa je potrebna značajno manja doza u odnosu na ultrazvučne kontraste prve generacije. To je pridonjelo višoj osjetljivosti i pouzdanosti metode te nižoj cijeni. Ultrazvučna kontrastna cistografija u početku se radila služeći se samo B-mod („siva ljestvica“) ultrazvučnim prikazom, te se ta metoda zove mikcijska urosonografija (engl. *voiding urosonography; VUS*). Posljednjih godina došlo je do daljnjeg revolucionarnog napretka ultrazvučne dijagnostike VUR-a, zahvaljujući razvoju takozvane ultrazvučne tehnologije osjetljive na kontrast, kao što je na kontrast osjetljivi harmonični *imaging*. Ova je tehnologija omogućila visoku kontrastnu rezoluciju uz redukciju artefakata te vrlo visoku osjetljivost procedure. Spomenuta se ultrazvučna tehnologija temelji na destrukciji mikromjehurića koji se prikazu u boji, a na podlozi ultrazvučnog B-mod prikaza. Ultrazvučni softver osjetljiv na kontrast različito se naziva kod različitih proizvođača ultrazvučnih uređaja (engl. *ADI, agent detection imaging; CTDI, contrast tissue enhancement imaging; TAD, true agent detection*) (22).

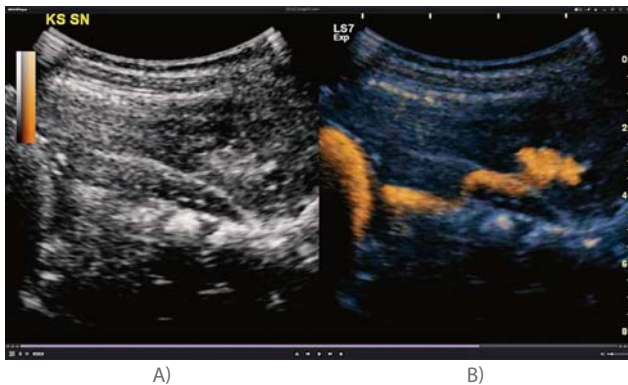
Osjetljivost ove metode na prikaz mjehurića vrlo je visoka, što izrazito olakšava izvođenje pretrage te povećava pouzdanost. Pošto se mokraćni mjehur ispuni fiziološkom otopinom, instilira se ultrazvučno kontrastno sredstvo u količini od oko 1% instilirano volumena fiziološke otopine, pa se lumen mjehura uz pomoć softvera osjetljivog na kontrast homogeno kontrastno opacificira. Kad je mokraćni mjehur primjereno ispunjen fiziološkom otopinom i ultrazvučnim kontrastnim sredstvom, analizira se retrovezikalno područje, kako bi se uočilo širenje kontrasta iz mokraćnog mjehura u uretere. Pojava kontrastnog sredstva unutar kanalnog sustava bubrega siguran je i pouzdan kriterij za vezikoureteralni refluks. Pritom se procjenjuje i stupanj dilatacije kanalnog sustava bubrega kao i uretera, da bi se odredio stupanj refluksa. Prema potrebi moguće je napraviti softversku subtrakciju B-mod ultrazvučne slike te prikazati samo kontrast unutar kanalnog sustava bubrega, odnosno uretera i mo-



SLIKA 1. ceVUS. Mjehur ispunjen s ultrazvučnim kontrastnim sredstvom

A) B-mod ("siva ljestvica")

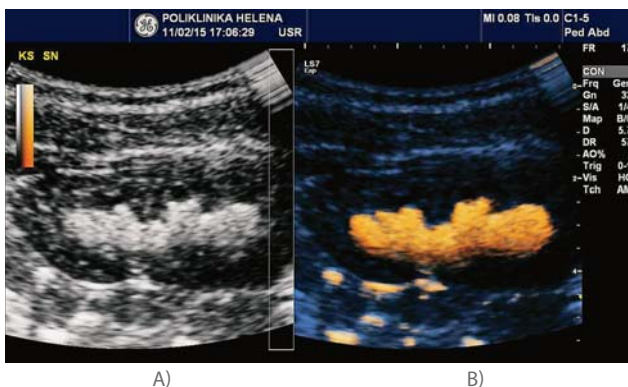
B) B-mod + bojom pojačan kontrast (kontrast specifični softver)



SLIKA 2. ceVUS. Reflaks kontrastnog sredstva u ureter i kanalni sustav bubrega

A) B-mod ("siva ljestvica")

B) siva ljestvica + kontrast specifični softver



SLIKA 3. ceVUS. Reflaks kontrastnog sredstva u kanalni sustav bubrega

A) B-mod ("siva ljestvica")

B) B-mod + kontrast specifični softver

kračnog mjehura. Uz dosad navedeno, uporaba softvera osjetljivog na kontrast također vrlo značajno reducira količinu potrebnog kontrasta, pa skraćuje trajanje pretrage. Ultrazvučni softver osjetljiv na kontrast omogućuje kodiranje ultrazvučnog kontrastnog sredstva bojom, kako bi njegova uočljivost na podlozi B-mod ultrazvučnog prikaza „sive lje-

stvice" bila još bolja. Ova se ultrazvučna metoda naziva kontrast osjetljiva mikcijska urosonografija (*engl. contrast enhanced voiding urosonography; ceVUS*) (Slike 1-3), a s obzirom na svoje prednosti, sve šire se primjenjuje u dijagnostici, kao i u praćenju vezikoureteralnog refleksa. Osjetljivost ove metode viša je u usporedbi s mikcijskom cistouretrografijom (16, 23). Upotrebom kontrast osjetljive mikcijske urosonografije moguća je i analiza muške uretre tijekom mikcije perinealnim pristupom (24-26).

Određivanje stupnja vezikoureteralnog refleksa tijekom kMUS-a podudarna je sa stupnjevanjem tijekom mikcijske cistouretrografije prema Internacionalnom sustavu radiografskog stupnjevanja VUR-a iz 1985. godine i dijeli se u pet stupnjeva (27). Kod mikcijske urosonografije stupnjevanje se temelji na pojavi mikromjehurića ultrazvučnog kontrastnog sredstva u ureterima i kanalnom sustavu bubrega te stupnju dilatacije (28).

Kontrastna mikcijska urosonografija je senzitivnija od MCUG-a zbog mogućnosti kontinuiranog skeniranja ultrazvučnom sondom za vrijeme cijele faze punjenja mjehura i mikcije, pa povećava potencijal za otkrivanje intermitentnih refleksa (23, 28-31). Upotreba SonoVue kontrasta omogućuje detekciju od 6% do 62% više refleksnih jedinica u odnosu na MCUG (30).

Ova je metoda danas prepoznata i priznata kao sigurna i pouzdana slikovna dijagnostička metoda u dijagnostici VUR-a, te se primjenjuje u mnogim europskim centrima (16, 23). Europska federacija za ultrazvuk u medicini i biologiji (ESUMB), Europsko udruženje pedijatrijske radiologije (ESPR) i Europsko udruženje urogenitalne radiologije (ESUR) ovu su metodu uvrstili u preporuke i protokole kao rutinsku metodu slikovne dijagnostike vezikoureteralnog refleksa (32, 33). Iako su prve indikacije za kMUS bile kontrolna cistografija kod djeteta s refleksom, cistografija nakon uroinfekcije kod djevojčica i skrining kod fetalne hidronefroze ili pozitivne obiteljske anamneze na VUR, od 2012. godine se preporuča i za dijagnostiku refleksa kod dječaka (29).

Videourodinamika s kontrastnom mikcijskom urosonografijom (VUD + kMUS)

Posljednje četiri godine u našoj ustanovi kombiniramo urodinamsko ispitivanje s kontrastnom mikcijskom urosonografijom. Pretragu izvode dvije medicinske sestre educirane za urodinamiku i cistografiju te pedijatrijski nefrolog. Roditelji su cijelo vrijeme prisutni uz dijete. Tijekom pregleda primjenjuju se video i crtani filmovi kojima se pokušava postići djetetova relaksacija.

Glavne indikacije za pretragu su ponavljane uroinfekcije kod djeteta koje kontrolira sfinktere, mali kapacitet mjehura koji

ne reagira na uroterapiju i antikolinergike, disfunkcijsko mokrenje koje ne reagira na *biofeedback*, VUR dijagnosticiran kod djeteta nakon uspostave kontrole sfinktera, kontrolna pretraga kod djeteta s neurogenom ili neneurogenom disfunkcijom i refluksom.

Za stupnjevanje služimo se klasifikacijom prema Dargu i Troegeru koja je slična internacionalnom stupnjevanju refluksa: I. stupanj – mikromjehurići kontrasta samo u ureteru; II. stupanj – mikromjehurići u pijelonu, bez značajne dilatacije kanalnog sustava; III. stupanj – mikromjehurići u pijelonu + dilatacija pijelona + dilatacija čašica; IV. stupanj - mikromjehurići u pijelonu + značajna dilatacija pijelona + značajna dilatacija čašica; V. stupanj - mikromjehurići u pijelonu + značajna dilatacija čašica uz stanjenje parenhima + dilatirani tortuotični ureteri (28).

Videourodinamika uz kMUS izvodi se na sljedeći način:

Najprije se obavi detaljni standardni (B-mod) ultrazvučni pregled mokraćnog sustava u položaju na leđima i trbuhu; prikaz bubrega i mokraćnog mjehura u transversalnim i longitudinalnim presjecima. Osobita pozornost posvećuje se prikazu retrovezikalnog područja, vezikouretralnog spoja i dilatiranim ureterima. Pijeloni bubrega se snimaju s najvećim povećanjem. Potrebno je dokumentirati položaj, veličinu i oblik bubrega, parenhimske ožiljke, dilataciju pijelona u anteroposteriornom promjeru te debljinu stijenke mokraćnog mjehura i uočljivost prevezikalne dilatacije uretera.

Uroflow / mikciometrija radi se kod djece koja kontroliraju mokrenje.

Nakon mokrenja uvodi se trolumenski uretralni 7F ili 9F kateter i rektalni kateter, izmjeri se rezidualni urin, a zatim puni mokraćni mjehur fiziološkom otopinom temperature 35-37°C, brzinom 10 do 30 mL/min. Kod postignutog nezadrživog nagona na mokrenje kod starijeg djeteta, odnosno spontanog početka mikcije kod manjeg djeteta, punjenje se prekida, nakon čega slijedi faza mikcije. Abdominalni tlak se mjeri kao rektalni tlak, a tlak detruzora aparat automatski izračunava kao razliku intravezikalnog i rektalnog tlaka. EMG vanjskog uretralnog sfinktera procjenjuje se preko aktivnosti zdjeličnog mišića, mjenog površnim, samoljepivim elektrodama postavljenim simetrično s jedne i druge strane vanjskog analnog sfinktera. Vrijednosti kapaciteta, rastezljivosti, protoka urina i drugih parametara, aparat kompjuterski izračunava i prikazuje na ekranu. Metode, definicije i jedinice odgovaraju standardima što ih preporučuje *International Children's Continence Society* (9).

Istodobno se kroz drugi kanal katetera aplicira ultrazvučni kontrastni agens druge generacije u koncentraciji prema uputi proizvođača ovisno o agensu. Primjena ultrazvučnog kontrasta je spora, kako bi se minimaliziralo propadanje mikromjehurića i izbjeglo taloženje otopine na dnu mjehura s

nastankom akustične sjene koja skriva retrovezikalni prostor. Najčešće primjenjujemo ultrazvučni kontrastni agens SonoVue (Bracco, Milano, Italija), koji je vodena otopina mikromjehurića plina sumpornog heksafluorida (SF₆) stabiliziranih fosfolipidnom ovojnicom. Preporučena doza je oko 1% volumena punjenja mjehura, no potrebno ju je prilagoditi ovisno o ultrazvučnom prikazu kod svakog djeteta.

Cijelo se vrijeme ultrazvučnom sondom skeniraju mokraćni mjehur te naizmjenično desni i lijevi bubreg. Upotrebljava se kontrast osjetljiv na harmonični prikaz uz mehanički indeks ispod 0,10, kako bi se izbjeglo razbijanje mikromjehurića (34, 35). Dijagnoza vezikouretralnog refluksa postavlja se kad se ehogeni mikromjehurići prikažu u ureterima ili pijelonu. Stupnjevanje se provodi kako smo već naveli prema klasifikaciji prema Dargu i Troegeru u 5 stupnjeva (28).

Postkontrastni ultrazvučni pregled se nastavlja tijekom i nakon mokrenja prema istim načelima uz naizmjenično snimanje desnog i lijevog bubrega, uretera i mjehura. Na kraju se provjerava prisutnost rezidualnog urina.

Cijelo ispitivanje se ponavlja još jedan ili dva puta, ovisno o nalazu.

Glavni nedostatak ove metode je akustička sjena koja može nastati uz visoku koncentraciju kontrastnog sredstva, što smanjuje senzitivnost za detekciju refluksa I. stupnja. Kako bi se izbjegao artefakt nužna je kontinuirana polagana infuzija fiziološke otopine i cikličko ponavljanje pretrage.

Sistemske komplikacije ove metode su izrazito rijetke. U europskom multicentričnom istraživanju na 5079-ero djece nije bilo alergijskih reakcija ili sistemskih komplikacija povezanih sa SonoVue kontrastom (36). Također nisu zabilježene komplikacije povezane s kateterizacijom ili infekcijom.

ZAKLJUČAK

Videourodinamika uz kontrastnu mikcijsku urosonografiju omogućuje nam u jednom postupku, bez ionizirajućeg zračenja, kompletnu analizu funkcije i anatomije donjeg mokraćnog sustava, procjenu i stupnjevanje refluksa, planiranje terapije i davanje prognoze. Ultrazvučna dijagnostika vezikouretralnog refluksa doživjela je prekretnicu nakon uvođenja ultrazvučnih kontrastnih sredstava druge generacije, kao i softvera osjetljivog na kontrast, što je pridonijelo vrlo visokoj osjetljivosti i specifičnosti ove metode u dijagnostici vezikouretralnog refluksa. Od izuzetne je važnosti upotreba suvremene ultrazvučne opreme s kontrast specifičnim softverom, ispravna tehnika izvođenja te osoblje iskusno u ultrazvučnoj dijagnostici i urodinamskim ispitivanjima. MCUG treba ostati metoda prvog izbora kod djece s kompleksnom anatomijom donjeg urotrakta.

Popis kratica:

VUR – vezikoureteralni refluks
 MCUG – mikcijska cistouretrografija
 VUD – videourodinamika
 kMUS – kontrastna mikcijska urosonografija
 VUS – voiding urosonography
 ceVUS – contrast-enhanced voiding urosonography

NOVČANA POTPORA/FUNDING

Nema/None

ETIČKO ODOBRENJE/ETHICAL APPROVAL

Nije potrebno/None

SUKOB INTERESA/CONFLICT OF INTEREST

Autori su popunili *the Unified Competing Interest form* na www.icmje.org/coi_disclosure.pdf (dostupno na zahtjev) obrazac i izjavljuju: nemaju potporu niti jedne organizacije za objavljeni rad; nemaju financijsku potporu niti jedne organizacije koja bi mogla imati interes za objavu ovog rada u posljednje 3 godine; nemaju drugih veza ili aktivnosti koje bi mogle utjecati na objavljeni rad./All authors have completed the *Unified Competing Interest form* at www.icmje.org/coi_disclosure.pdf (available on request from the corresponding author) and declare: no support from any organization for the submitted work; no financial relationships with any organizations that might have an interest in the submitted work in the previous 3 years; no other relationships or activities that could appear to have influenced the submitted work.

LITERATURA

- Bulum B, Özçakar ZB, Kavaz A, Hüseyinova M, Ekim M, Yalçinkaya F. Lower urinary tract dysfunction is frequently seen in urinary tract infections in children and is often associated with reduced quality of life. *Acta Paediatr.* 2014;103:e454-8. doi: 10.1111/apa.12732.
- Van Batavia JP, Ahn JJ, Fast AM, Combs AJ, Glassberg KI. Prevalence of urinary tract infection and vesicoureteral reflux in children with lower urinary tract dysfunction. *J Urol.* 2013;190:1495-9. doi: 10.1016/j.juro.2013.02.016.
- Koff SA, Wagner TT, Jayanthi VR. The relationship among dysfunctional elimination syndromes, primary VUR and urinary tract infections in children. *J Urol.* 1998;160:1019-22.
- Jackson EC. Urinary tract infections in children: knowledge updates and a salute to the future. *Pediatr Rev.* 2015;36:153-6. doi: 10.1542/pir.36-4-153.
- Peters CA, Skoog SJ, Arant BS Jr et al. Summary of the AUA Guideline on Management of Primary Vesicoureteral Reflux in Children. *J Urol.* 2010;184:1134-44. doi: 10.1016/j.juro.2010.05.065.
- Cvitković A, Brkljačić B, Ivanković D, Grga A. Ultrasound assessment of detrusor muscle thickness in children with non-neuropathic bladder/sphincter dysfunction. *Eur Urol.* 2002;22:1-6.
- Cvitković A, Marić Š. Vezikoureteralni refluks u djece s urodinamskim poremećajima. *Paediatr Croat.* 2002;46:1-5.
- Cvitković Roić A, Roić G, Valent Morić B, Palčić I. Vezikoureteralni refluks i poremećaji funkcije donjeg mokraćnog sustava. *Paediatr Croat.* 2014;58:47-50. doi: <http://dx.doi.org/10.13112/PC.2014.8>.
- Austin PF, Bauer SB, Bower W, et al. The standardization of terminology of lower urinary tract function in children and adolescents: Update report from the Standardization Committee of the International Children's Continence Society. *J Urol.* 2014;191:1863-65. doi: 10.1016/j.juro.2014.01.110
- Hoebeke P, Van Laecke E, Van Camp C, Raes A, Van De Walle J. One thousand video-urodynamic studies in children with non-neurogenic bladder sphincter dysfunction. *BJU Int.* 2001;87:575-80.
- Perisinakis K, Raissaki M, Damilakis J, Stratakis J, Neratzoulakis J, Gourtsoyiannis N. Fluoroscopy-controlled voiding cystourethrography in infants and children: are the radiation risks trivial? *Eur Radiol.* 2006;16:846-51. doi: 10.1007/s00330-005-0072-6.
- Szabó L, Lombay B, Borbás E, Bajusz I. Videourodynamics in the diagnosis of urinary tract abnormalities in a single center. *Pediatr Nephrol.* 2004;19:326-3.
- Arsanjani A, Alagiri M. Identification of filling versus voiding reflux as predictor of clinical outcome. *Urology.* 2007;70:351-4.
- Fast AM, Nees SN, Van Batavia JP, Combs AJ, Glassberg KI. Outcomes of targeted treatment for vesicoureteral reflux in children with nonneurogenic lower urinary tract dysfunction. *J Urol.* 2013;190:1028-32. doi: 10.1016/j.juro.2013.03.005.
- Schneider K, Kruger-Stollfuss I, Ernst G, Kohn MM. Paediatric fluoroscopy-a survey of children's hospitals in Europe. I. Staffing, frequency of fluoroscopic procedures and investigation technique. *Pediatr Radiol.* 2001;31:238-46.
- Roić G, Cvitković Roić A, Palčić I, Miletić D. Mikcijska ultrazvučna cistografija uz softver osjetljiv na kontrast u dijagnostici vezikoureteralnog refluksa. *Med Flumin.* 2014;50:188-96.
- Roić G, Grmoja T, Posarić V, Marijanović J, Odorčić-Krsnik M, Cvitković Roić A. Image gently racionalni pristup imaging metodama u dječjoj dobi. *Paediatr Croat.* 2012;56:143-6.
- Tremewan RN, Bailey RR, Little PJ, Maling TM, Peters TM, Tait JJ. Diagnosis of gross vesico-ureteric reflux using ultrasonography. *Br J Urol.* 1976;48:431-5.
- Schlieff R, Schuerman R, Niendorf HP. Basic properties and results of clinical trials of ultrasound contrast agents based on galactose. *Ann Acad Med.* 1993;22:762-7.
- O'Hara SM. Vesicoureteral reflux: Latest Option for Evaluation in Children. *Radiology.* 2001;221:283-4.
- Schneider M. SonoVue, a new ultrasound contrast agent. *Eur Radiol.* 1999;3:347-8.
- Youk JH, Kim CS, Lee JM. Contrast enhanced agent detection imaging – value in the characterization of focal hepatic lesions. *J Ultrasound Med.* 2003;22:897-910.
- Darge K. Voiding urosonography with ultrasound contrast agents for the diagnosis of vesicoureteric reflux in children. I. Procedure. *Pediatr Radiol.* 2008;38:40-53. doi: 10.1007/s00247-007-0529-7.
- Riccabona M. Contrast ultrasound of the urethra in children. *Eur Radiol.* 2003;13:1494-5.
- Berrocal T, Rivas S, Jaureguizar E et al. Contrast-enhanced sonourethrography in the assessment of the urethra. *Cir Pediatr.* 2004;17:58-60.
- Berrocal T, Gaya F, Arjonilla A. Vesicoureteral reflux: can the urethra be adequately assessed by using contrast-enhanced voiding US of the bladder? *Radiology.* 2005;234:235-41.
- Lebowitz RL, Olbing H, Parkkulainen KV, Smellie JM, Tamminen-Mobius TE. International system of radiographic grading of vesicoureteric reflux. International Reflux Study in Children. *Pediatr Radiol.* 1985;15:105-9.
- Darge K, Troeger J. Vesicoureteral reflux grading in contrast-enhanced voiding urosonography. *Eur J Radiol.* 2002;43:122-8.
- Kis E, Nyitrai A, Varkonyi I, et al. Voiding urosonography with second-generation contrast agent versus voiding cystourethrography. *Pediatr Nephrol.* 2010;25:2289-93. doi: 10.1007/s00247-007-0529-7
- Ključevšek D, Battelino N, Tomažič M, Kersnik Levart T. A comparison of echo-enhanced voiding urosonography with X-ray voiding cystourethrography in the first year of life. *Acta Paediatr.* 2012;101:e235-9. doi: 10.1111/j.1651-2227.2011.02588.x.
- Valentini AL, De Gaetano AM, Destito C, Marino V, Minordi LM, Marano P. The accuracy of voiding urosonography in detecting vesico-ureteral reflux: a summary of existing data. *Eur J Pediatr.* 2002;161:380-4.
- Riccabona M, Avni FE, Blickman JG, et al. Imaging recommendations in paediatric urology: minutes of the ESPR workgroup session on urinary tract infection, fetal hydronephrosis, urinary tract

- ultrasonography and voiding cystourethrography, Barcelona, Spain, June 2007. *Pediatr Radiol.* 2008;38:138-45.
33. Riccabona M, Avni FE, Damasio MB, et al. ESPR Uroradiology Task Force and ESUR Paediatric Working Group—Imaging recommendations in paediatric uroradiology, part V: childhood cystic kidney disease, childhood renal transplantation and contrast-enhanced ultrasonography in children. *Pediatr Radiol.* 2012;42:1275-83. doi: 10.1007/s00247-012-2436-9.
 34. Papadopoulou F, Anthopoulou A, Siomou E, Efremidis S, Tsamboulas C, Darge K. Harmonic voiding urosonography with a second-generation contrast agent for the diagnosis of vesicoureteral reflux. *Pediatr Radiol.* 2009;39:239-44. doi: 10.1007/s00247-008-1080-x.
 35. Riccabona M, Vivier PH, Ntoulia A et al. ESPR uroradiology task force imaging recommendations in paediatric uroradiology, part VII: standardised terminology, impact of existing recommendations, and update on contrast-enhanced ultrasound of the paediatric urogenital tract. *Pediatr Radiol.* 2014;44:1478-84.
 36. Riccabona M. Application of a second-generation US contrast agent in infants and children—a European questionnaire-based survey. *Pediatr Radiol.* 2012;42:1471-80. doi: 10.1007/s00247-012-2472-5.

SUMMARY

Videourodynamics combined with contrast-enhanced voiding urosonography – a new method in pediatric nephro-urology

A. Cvitković Roić, I. Palčić, A. Jaklin Kekez, G. Roić

The aim of this paper is to show videourodynamics combined with contrast-enhanced voiding urosonography, which has been used at our institution for four years now. This method does not use ionizing radiation and is highly sensitive for vesicoureteral reflux. During examination, we can simultaneously monitor function of the lower urinary tract, the presence and degree of reflux, intravesical pressure and the volume at which reflux occurs, all of these being important for planning of treatment and providing prognosis. We analyze the advantages and disadvantages of this method compared to standard x-ray, and describe the technique of examination.

Keywords: urodynamics; children; vesico-ureteral reflux