



**UNIVERSITAS
WIDYA HUSADA
SEMARANG**

**TEKNIK PEMERIKSAAN *PEDIATRIC VOIDING*
CYSTOURETHROGRAPHY DALAM MENDIAGNOSA
*VESICoureTERAL REFLUX***

**Diajukan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar
Ahli Madya Kesehatan**

**INDRI SAPUTRI
19.01.048**

**PROGRAM STUDI D III TEKNIK RONTGEN
FAKULTAS KESEHATAN DAN KETEKNISIAN MEDIK
UNIVERSITAS WIDYA HUSADA SEMARANG
JULI, 2022**

PERSETUJUAN SIAP UJIAN KARYA TULIS ILMIAH

Judul : Teknik Pemeriksaan *Pediatric Voiding Cystourethrography*
dalam Mendiagnosa *Vesicoureteral Reflux*
Nama Mahasiswa : Indri Saputri
NIM : 19.01.048

Siap dipertahankan di depan tim penguji

Pada : 11 Juli 2022

Menyetujui,
Pembimbing



(Aryadiva Nugrahaning P, M.Tr.Kes)

PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH

Judul : Teknik Pemeriksaan *Pediatric Voiding Cystourethrography*
dalam Mendiagnosa *Vesicoureteral Reflux*
Nama Mahasiswa : Indri Saputri
NIM : 1901048

Telah dipertahankan di depan tim penguji

Pada : 11 Juli 2022

Menyetujui,

1. Ketua Penguji : Trisna Budiwati, S.Si., M.Si ()
2. Anggota Penguji : Siti Rosidah, S.ST., M.KM ()

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Kesehatan dan
Keteknisian Medik

Ketua
Program Studi D III Teknik
Rontgen



(Dr. Didik Wahyudi, SKM,M.Kes)

NIDN : 0602047902



(Nanik Suraningsih, S.ST,M.Kes)

NIDN : 0611127803

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indri Saputri

Tempat, Tanggal Lahir : Wonosobo, 03 Januari 2001

NIM : 19.01.048

Program Studi : D III Teknik Rontgen

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Laporan tugas akhir ini dengan judul “Teknik Pemeriksaan *Pediatric Voiding Cystourethrography* dalam Mendiagnosa *Vesicoureteral Reflux*” adalah hasil karya saya, dan di dalam naskah ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk mendapatkan gelar akademis di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain baik sebagian atau keseluruhan, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dari diterbitkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.
2. Apabila ternyata dalam naskah laporan tugas akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiat, saya bersedia laporan tugas akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh dibatalkan, serta diproses dengan ketentuan hukum yang berlaku.
3. Laporan tugas akhir studi ini dapat dijadikan sumber pustaka yang merupakan hak bebas *royalty* non eksklusif.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 11 Juli 2022



Indri Saputri

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Indri Saputri
Tempat, Tanggal Lahir : Wonosobo, 03 Januari 2001
Alamat : Desa Kalidadap RT 01 RW 02, Kec. Wadaslintang,
Kab. Wonosobo, Prov. Jawa Tengah
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia
Nomor Handphone : 081235926028
Nomor Telepon : -
Email : indrisaputrie9@gmail.com
Riwayat Pendidikan :

No	Riwayat Pendidikan	Tahun masuk dan Tahun lulus
1	SD Negeri 1 Kalidadap	2006-2012
2	SMP Negeri 6 Wadaslintang	2012-2016
3	SMA Muhammadiyah Wonosobo	2016-2019
4	Universitas Widya Husada Semarang	2019-Sekarang

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “Teknik Pemeriksaan *Pediatric Voiding Cystourethrography* dalam Mendiagnosa *Vesicoureteral Reflux*” tepat pada waktunya.

Karya Tulis Ilmiah ini disusun untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir Program Studi Diploma III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih untuk segala bimbingan dan bantuan kepada saya :

1. Bapak, Ibu, dan kedua kakak saya yang selalu mendoakan, memberi semangat, mendukung dan memberi motivasi kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Pembimbing Karya Tulis Ilmiah Ibu Aryadiva Nugrahaning P, M.Tr.Kes yang telah membimbing, dan memberi masukan kepada saya sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Prodi D III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada saya selama masa perkuliahan.
4. Sahabat Khoirunnisa, Sundariyah, dan Fina Ariani yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
5. Teman-teman Ade Reza Nurtifany, Marsella Emiliana, Putri Lidia, Faradita Riska, Amanda Daffa, dan Fira Permatasari yang telah berjuang bersama selama tiga tahun dan memberi semangat serta motivasi.
6. Teman-teman Prodi D III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang angkatan 2019/2020. Terimakasih sudah berjuang bersama saling memberikan semangat dan motivasi untuk mengerjakan Karya Tulis Ilmiah ini.

MOTTO

“Setiap orang pasti mempunyai mimpi, begitu juga saya, namun bagi saya yang paling penting adalah bukan seberapa besar mimpi yang kamu punya, akan tetapi seberapa besar usaha kamu untuk mewujudkan mimpi itu.”
(Nazril Irham)

“Perbanyak bersyukur, kurangi mengeluh. Buka mata, jabarkan telinga, perluas hati. Sadari kamu ada pada sekarang bukan kemarin atau besok, nikmati setiap momen dalam hidup, berpetualanglah.”
(Aya Estianingtyas)



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah dengan judul “Teknik Pemeriksaan *Pediatric Voiding Cystourethrography* dalam Mendiagnosa *Vesicoureteral Reflux*” tepat pada waktunya.

Karya Tulis Ilmiah ini disusun untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir Program Studi Diploma III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih untuk segala bimbingan dan bantuan kepada yang terhormat :

1. Ibu Dr. Hargianti Dini Iswandari, drg,MM, Rektor Universitas Widya Husada Semarang.
2. Bapak Dr. Didik Wahyudi, SKM,M.Kes Dekan Fakultas Kesehatan dan Keteknisian Medis Universitas Widya Husada Semarang.
3. Ibu Nanik Suraningsih, S.ST,M.Kes, Ketua Program Studi Diploma III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang
4. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Diploma III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang.
5. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberikan *support* baik doa maupun materi kepada saya selama menjalankan perkuliahan ini.
6. Teman-teman Prodi D III Teknik Rontgen Universitas Widya Husada Semarang angkatan 2019/2020.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang terlibat dan membantu dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah Studi Literatur ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga menjadi lebih sempurna. Penulis berharap semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Semarang, 11 Juli 2022

Penyusun



Penulis

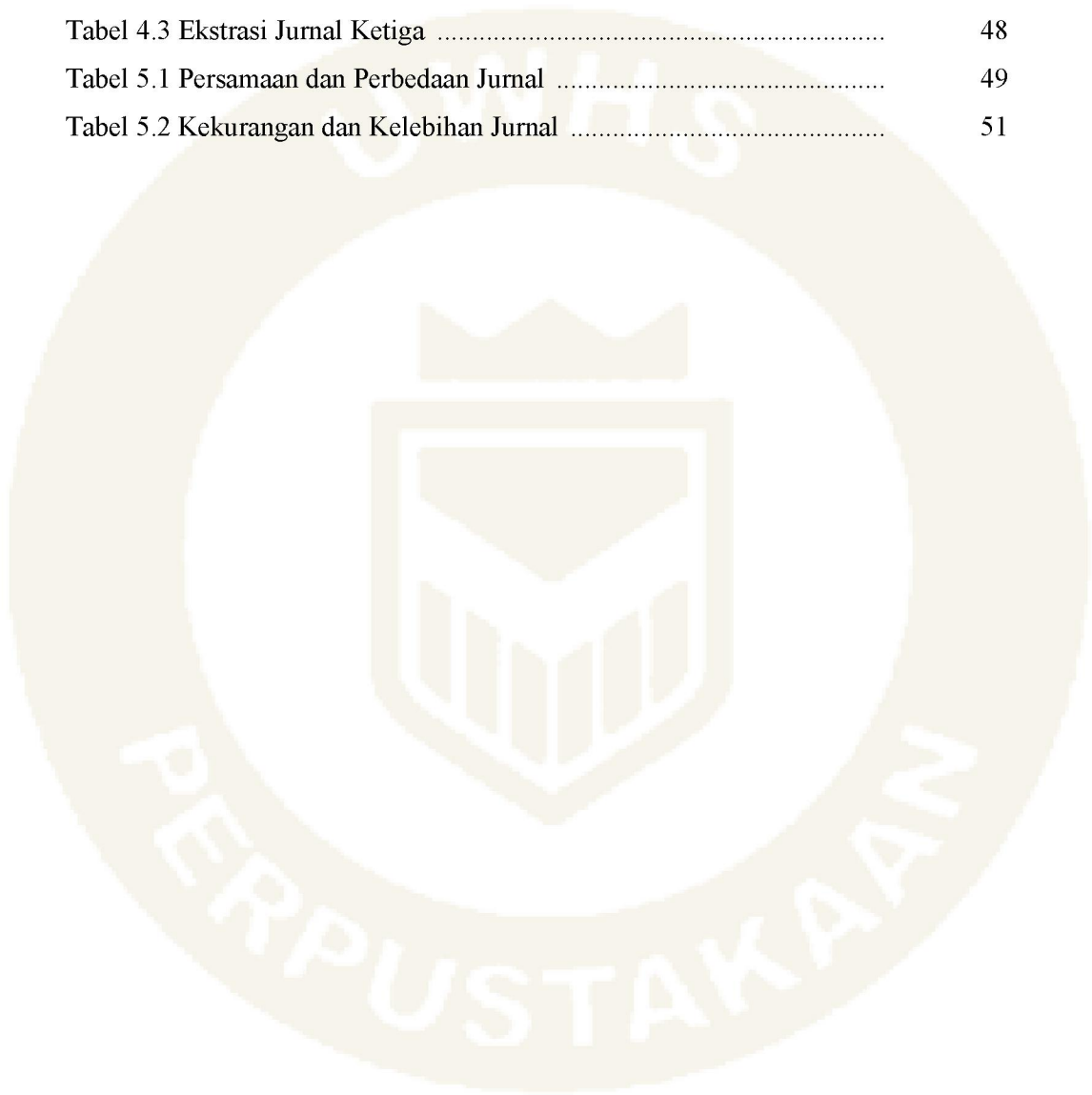


DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SIAP UJIAN KARYA TULIS ILMIAH...	ii
HALAMAN PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
ABSTRAK	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penulisan	4
1.4 Manfaat Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Landasan Teori	5
2.2 Kerangka Teori	24
2.3 Pertanyaan Penelitian	24
 BAB III METODE PENELITIAN	 25
3.1 Rancangan Penelitian	25
3.2 Metode Pengambilan Data	25
3.3 Alur Penelitian	28
3.4 Pengolahan dan Analisis Data	29
 BAB IV HASIL PENELITIAN	 30
4.1 Seleksi Artikel	30
4.2 Pemaparan Jurnal	31
 BAB V PEMBAHASAN	 49
5.1 Persamaan dan Perbedaan Jurnal	49
5.2 Kekurangan dan Kelebihan Jurnal	51
5.3 Analisis Jurnal	54
 BAB VI PENUTUP	 57
6.1 Kesimpulan	57
6.2 Saran	57
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
Tabel 4.1 Ekstrasi Jurnal Pertama		46
Tabel 4.2 Ekstrasi Jurnal Kedua		47
Tabel 4.3 Ekstrasi Jurnal Ketiga		48
Tabel 5.1 Persamaan dan Perbedaan Jurnal		49
Tabel 5.2 Kekurangan dan Kelebihan Jurnal		51



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2.1	Organ Sistem Urinaria (Lampignano and Kendrick, 2018) ...	6
Gambar 2.2	Struktur Ginjal (Lampignano and Kendrick, 2018)	8
Gamba4 2.3	Anatomi Traktus Urinarius (Bontrager, 2014)	10
Gambar 2.4	Struktur Kandung Kemih (Lampignano and Kendrick, 2018)	11
Gambar 2.5	Anatomi Uretra Laki-Laki (J. Waschke, 2012 : 189).....	12
Gambar 2.6	Posisi Pasien <i>Supine</i> (Lampignano and Kendrick, 2018)	20
Gambar 2.7	Hasil Radiografi (Lampignano and Kendrick, 2018)	22
Gambar 4.1	VCUG menunjukan VUR Grade 4 Kiri (Johnin dkk, 2019) ..	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Formulir Ekstraksi Jurnal 1

Lampiran 2 Tabel Formulir Ekstraksi Jurnal 2

Lampiran 3 Tabel Formulir Ekstraksi Jurnal 3

Lampiran 4 Jurnal 1 dengan judul “*Pediatric Voiding Cystourethrography: An Essential Examination for Urologists but a Terrible Experience for Children*” (Johnin dkk, 2019)

Lampiran 5 Jurnal 2 dengan judul “*A Prospective Study Comparing Direct Radionuclide Cystography with Voiding Cystourethrography in the Detection and Grading of Vesicoureteric Reflux in Children*” (Razak & Sudakar, 2019)

Lampiran 6 Jurnal 3 dengan judul “*Establishing a Standard Protocol for the Voiding Cystourethrography*” (Frimberger, 2016)

DAFTAR ISTILAH

AAP	: yaitu singkatan dari <i>American Academy of Pediatrics</i> .
ALARA	: singkatan dari <i>As Low as Reasonably Achievable</i> , yang dapat diartikan sebagai segala upaya untuk membatasi paparan radiasi yang tidak disengaja dan tidak bermanfaat bagi manusia.
Arteri iliaca eksterna	: adalah dua arteri utama yang terbentuk dari <i>fiburkarsio arteri iliaca</i> komunis dibagian <i>anterior</i> sendi <i>sacroiliaca pelvis</i> .
CAP	: singkatan dari <i>Continuous Antibiotic Prophylaxis</i> , merupakan strategi manajemen awal untuk mengurangi resiko infeksi saluran kemih pada anak-anak dengan <i>reflux vesicoureteral</i> .
Eritropoietin	: adalah hormon glikoprotein yang merupakan stimulant bagi <i>eritropoiesis</i> , sebuah lintasan metabolisme yang menghasilkan <i>eritrosit</i> .
Fluoroscopy	: adalah tindakan pencitraan media yang digunakan oleh dokter untuk menganbil gambar berbagai bagian tubuh di layar fluoresen secara langsung.
ISK	: singkatan dari infeksi saluran kemih yaitu kondisi dimana terjadinya infeksi pada organ yang termasuk didalam sistem kemih, yaitu <i>ureter</i> , ginjal, kandung kemih, dan juga <i>uretra</i> .
Katup Uretra Posterior	: lipatan mukosa abnormal kongenital pada <i>uretra pars prostatica</i> yang menyerupai membran tipis yang menghambat drainase kandung kemih.
Mesenterium	: adalah bagian dalam perut yang menghubungkan usus dengan dinding perut bagian dalam, sehingga usus tetap berada pada tempatnya.
Pediatric	: adalah cabang kedokteran yang membahas mengenai kesehatan dan penyakit pada anak-anak.
Peristaltic	: adalah gerakan meremas-remas pada dinding kerongkongan.
Radioopaque	: yaitu gambaran suatu masa atau benda yang menghalangi dari jalannya sinar radiasi sehingga menimbulkan warna putih bukan berwarna hitam.

- Sfingter uretra* : adalah dua otot yang digunakan untuk mengontrol keluarnya *urine* di kandung kemih melalui *uretra*.
- Urine* : merupakan hasil penyaringan darah oleh ginjal yang dikeluarkan tubuh melalui saluran kemih, yaitu salah satu bagian dari *sistem urinaria*.
- UVJ : singkatan dari *Ureterovesical Junction*, adalah pembatas antara saluran kemih atas dan bawah, yang bertindak sebagai katub atau klep, yakni mencegah *urine* yang telah terkumpul di dalam *buli-buli* tidak mengalir kembali ke *ureter*.
- VCUG : singkatan dari *Voiding Cystourethrography*, adalah pemeriksaan untuk melihat kelainan kandung kemih dan *uretra* yang berkaitan dengan *reflux vesicoureter*.
- VUR : singkatan dari *Vesicoureteral Reflux*, adalah aliran balik *urine* dari kandung kemih menuju ginjal.

ABSTRAK

Nama : Indri Saputri

Judul : Teknik Pemeriksaan *Pediatric Voiding Cystourethrography* dalam Mendiagnosa *Vesicoureteral Reflux*

18 jumlah halaman depan + 107 halaman + 5 tabel + 8 gambar + 26 lampiran akhir

Latar Belakang : *Voiding Cystourethrography* adalah pemeriksaan *fluoroscopy* yang paling penting dalam urologi *pediatric* untuk pemeriksaan saluran urogenital bagian bawah seperti *vesicoureteral reflux*. Pada masing-masing jurnal, terdapat perbedaan dalam penggunaan media kontras. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux*.

Metode : Jenis penelitian ini yaitu penelitian kualitatif dengan pendekatan *study literature*. Waktu penelitian dilakukan dari bulan Januari – Juni 2022. Penulis mencari bahan pustaka, kemudian menganalisa isi sumber tersebut, dan menuangkan hal yang dipertanyakan pada rumusan masalah, mengkaji topik yang di bahas, menganalisa data, selanjutnya membuat kesimpulan dan saran.

Hasil Penelitian: Menurut Johnin dkk (2019), pemeriksaan *voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux* menggunakan media kontras tanpa adanya pengenceran (iodinasi), Jurnal Razak & Sudakar (2019), media kontras encer (*Urograffin* dengan rasio 1:4), Jurnal Frimberger dkk (2016), media kontras *iothalamate maglumine* dan *diatrizoate meglumine* sesuai dengan suhu tubuh.

Kesimpulan: Media kontras yang digunakan pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* yaitu media kontras *iodine* yang dienceran sesuai suhu tubuh. Proyeksi yang digunakan AP polos, AP post kontras, *oblique*, *lateral*, serta *post void*.

Kata Kunci : *Voiding Cystourethrography*, *Vesicoureteral Reflux*, *Pediatric*

Referensi : Tiga Puluh Empat literatur (2011-2020).

ABSTRACT

Name : Indri Saputri

Title : Pediatric Voiding Cystourethrography Examination Technique in Diagnosing Vesicoureteral Reflux

18 pages front count + 107 pages + 5 tables + 8 pictures + 26 final attachment

Background: Voiding Cystourethrography is the most important fluoroscopy tool in pediatric urology for the examination of the lower urogenital tract such as vesicoureteral reflux. In each journal, there are differences in the use of contrast media. This study aims to determine the technique of examining voiding cystourethrography in diagnosing vesicoureteral reflux.

Methods: This type of research is a qualitative research with a literature study approach. The time of the research was carried out from January 2021 - June 2022. The author looks for library materials, then analyzes the contents of the source, and puts the questions in question into the problem formulation, examines the topics discussed, analyzes the data, then makes conclusions and suggestions.

Research Results: According to Johnin et al (2019), examination of voiding cystourethrography in diagnosing vesicoureteral reflux using contrast media without any dilution (iodination), Razak & Sudakar Journal (2019), dilute contrast media (Urograffin with 1:4 ratio), Frimberger et al (2016) journal, media contrast iothalamate maglumine and diatrizoate meglumine according to body temperature.

Conclusion: The contrast medium used in the voiding cystourethrography examination is iodine contrast medium which is diluted according to body temperature. The projections used are plain AP, post contrast AP, lateral oblique, and post void.

Keywords : Voiding Cystourethrography, Vesicoureteral Reflux, Pediatric

References : Thirty four literature (2011-2021).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Vesicoureteral Reflux (VUR) adalah suatu kelainan *tractus urinarius* dimana aliran balik *urine* (*retrograde*) dari *vesica urinaria* kembali ke *ureter* atau ginjal. VUR dapat terjadi pada satu sisi maupun kedua sisi ginjal, dan lebih sering tanpa gejala sebelum terjadi komplikasi yang lebih lanjut. VUR dapat berhubungan dengan kelainan kongenital pada ginjal dan saluran kemih, maupun obstruksi dan infeksi saluran kemih (Akbar dan Rodjani, 2010). Selain itu VUR juga dapat disebabkan karena hidronefrosis dan dysplasia pada ginjal.

Vesicoureteral Reflux (VUR) adalah penyebab kelima yang paling umum dari insufisiensi ginjal kronis pada anak-anak (Chemaly *et al*, 2015). Dari 1,1 juta penderita infeksi saluran kemih (ISK) bawah 18 tahun ditemukan sebanyak 25.000 anak yang berkunjung ke urologi untuk evaluasi dan pengobatan VUR. Keadaan ini dapat dijumpai pada 1% bayi neonatus sehat. Prevalensi VUR berkisar antara 1-3% dari seluruh populasi anak. Bayi perempuan 5-6 kali lebih banyak menderita VUR dari pada laki-laki. Dengan bertambahnya usia, insidensi penyakit ini semakin menurun. VUR diperkirakan terjadi pada 38% orang dengan hidronefrosis yang berat atau *anomali urological* dari pasien-pasien dengan ISK *tractus urinarius* bagian atas (Purnomo, 2011).

Voiding Cystourethrography (VCUG) adalah pemeriksaan yang bisa dilakukan pada *pediatric* dan umumnya dilakukan pada anak-anak dengan hidronefrosis yang didiagnosis sebelum lahir, infeksi saluran kemih, dan ketidak normalan berkemih (Ngo dkk, 2013). *Pediatric* itu sendiri adalah bayi sampai anak-anak hingga usia 12-14 tahun (Lampignano, 2018).

VCUG adalah standar diagnosis VUR. Pemeriksaan VCUG harus dikerjakan pada saat bebas infeksi, karena jika masih terdapat infeksi,

endotoksin bakteri dan edema mukosa akan mempengaruhi fungsi *klep uretrovesica*, sehingga menyebabkan dilatasi *ureter* dan menyebabkan ketidakpastian diagnosis (Purnomo, 2011).

Pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah teknik pemeriksaan radiologi dengan *fluoroscopy* (Johnin et al., 2019) untuk menilai adanya kelainan pada *tractus urinarius* bagian bawah dengan mengisi kandung kemih dan menggunakan media kontras dengan cara kandung kemih dibuat seolah-olah terisi *urine* seperti pada fisiologis yang normal (Jain & Agnihotri, 2017). Pemeriksaan ini sering digunakan dalam pasien *pediatric* dengan klinis infeksi saluran kemih untuk menentukan ada tidaknya *vesicoureteral reflux*. *Pediatric* adalah ilmu kedokteran yang berhubungan dengan perawatan medis bayi (*infant*), anak-anak (*children*), dan remaja (*aldosen*) (Anonim, 2012). *Voiding cystourethrography* merupakan satu-satunya metode pemeriksaan yang dapat menentukan tingkat keparahan dari *vesicoureteral reflux* dengan akurat (A.L.Baert et al., 2012).

Menurut Lampignano & Kendrick (2018), pemeriksaan *voiding cystourethrography* dilakukan dengan bantuan *fluoroscopy*. Umumnya dilakukan pada posisi pasien *supine*, terkadang dengan posisi *erect* agar memudahkan pasien untuk *miksi*. Pada pasien wanita umumnya pemeriksaan *voiding cystourethrography* dilakukan dengan posisi *Antero Posterior* (AP) dan *oblique*. Pada pasien pria dilakukan dengan posisi 30° *Right Posterior Oblique* (RPO). Pemeriksaan *voiding cystourethrography*, umumnya menggunakan media kontras *iodine* murni (Reiser et al, 2014).

Berkaitan dengan teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography*, penulis tertarik untuk melakukan *study literature* yang akan dikaji lebih lanjut untuk mendiagnosa kasus *vesicoureteral reflux*. Penulis mengambil tiga jurnal internasional yang ditulis oleh Johnin dkk (2019), Razak & Sudakar (2019), dan Frimberger dkk (2016).

Menurut jurnal yang ditulis oleh Johnin dkk (2019) dengan judul "*Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children*" penelitian ini menjelaskan

bahwa *voiding cystourethrography* adalah pemeriksaan *fluoroscopy* yang paling penting dalam urologi *pediatric* untuk pemeriksaan penyakit saluran *urogenital* bagian bawah, seperti *vesicoureteral reflux* atau *striktur uretra*. VCUG memberikan informasi tentang penilaian VUR, serta kelainan anatomis, seperti *divertikulum*, *trabekulasi*, *ureterokel*, *katup uretra posterior*, *katup uretra anterior*, dan *stenosis uretra*. Pada jurnal ini media kontras yang digunakan pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah media kontras tanpa dilakukan pengenceran.

Sedangkan menurut Razak & Sudakar (2019) yang berjudul “*A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children*” menjelaskan bahwa *voiding cystourethrography* (VCUG) adalah tes standar yang digunakan untuk mendeteksi dan menilai VUR. *Voiding cystourethrography* adalah metode konvensional dan paling diterima dan umumnya dianggap sebagai standar referensi untuk diagnosis, memberikan gambaran anatomi yang baik yang sangat penting dalam pencitraan anomali struktural terkait (misalnya *katup uretra posterior*) dan memberikan penilaian yang akurat. Pada penelitian ini, media kontras yang akan digunakan dalam pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah media kontras yang telah diencerkan terlebih dahulu (*urograffin 76%*).

Selain kedua jurnal diatas, Frimberger dkk (2016) dengan judul “*Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography*” membahas bahwa *voiding cystourethrography* (VCUG) adalah tes yang sering dilakukan untuk mendiagnosis berbagai kondisi urologis, seperti *vesicoureteral reflux* (VUR). Pada penelitian ini media kontras yang digunakan dalam pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah media kontras *iothalamate meglumine* dan *diatrizoate naghumine*.

Berdasarkan uraian diatas, terdapat perbedaan dalam penggunaan media kontras pada pemeriksaan *voiding cystourethtography*. Oleh karena itu, penulis tertarik dan ingin mengkaji lebih dalam tentang teknik pemeriksaan *voiding cystourethrography* dan mengangkatnya menjadi Studi Literatur

Karya Tulis Ilmiah dengan judul “Teknik Pemeriksaan *Pediatric Voiding Cystourethrography* dalam Mendiagnosa *Vesicoureteral Reflux*”

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux* menurut Johnin dkk (2019), Razak & Sudakar (2019), dan Frimberger dkk (2016)?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan pada penelitian ini yaitu mengetahui teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux* menurut Johnin dkk (2019), Razak & Sudakar (2019), dan Frimberger dkk (2016)?

1.4 Manfaat Penulisan

1.4.1 Manfaat Teoritis

Diharapkan *literature review* ini dapat menambah wawasan dan sebagai sumber informasi untuk mengembangkan ilmu pengetahuan bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya mengenai teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux*.

1.4.2 Manfaat Praktis

Diharapkan *literature review* ini dapat menjadi bahan referensi dan pedoman bagi lembaga pendidikan D III Teknik Rontgen khususnya Universitas Widya Husada Semarang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Anatomi dan Fisiologi Sistem Urinaria

Sistem urinaria merupakan organ vital yang berperan penting dalam melakukan ekskresi dan melakukan eliminasi sisa-sisa hasil metabolisme tubuh, dan dalam keseimbangan cairan dan elektrolit. Sistem ini secara kontinyu membuang dan mereabsorpsi air dan substansi terlarut dalam darah, serta mengeliminasi setiap substansi yang tidak dibutuhkan dalam tubuh (Wylie, 2011).

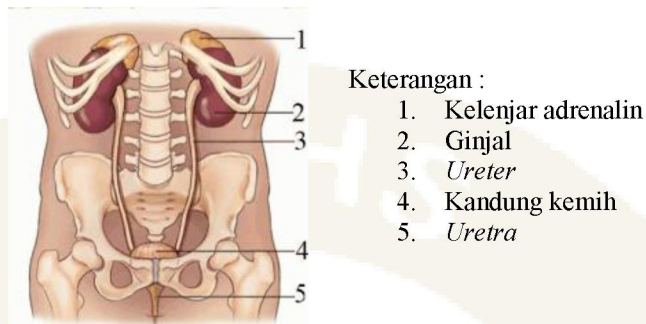
Sistem urinaria adalah serangkaian organ tubuh yang berfungsi dan bertanggung jawab terhadap pembentukan sekresi berupa *urine*, meliputi ginjal, *ureter*, kandung kemih, dan *uretra* (Dorland, 2012). Sistem urinaria terdiri dari dua ginjal, dua *ureter*, satu kandung kemih, dua *spinter*, dan satu *uretra*. Ginjal berfungsi untuk menyaring sisa hasil metabolisme dan toksin, serta mempertahankan elektrolit tubuh. *Ureter* berfungsi mengalirkan *urine* dari ginjal menuju kandung kemih. Kandung kemih bekerja sebagai penampung *urine*. *Uretra* berfungsi untuk menyalurkan *urine* keluar dari tubuh (Stanford Children's Health, 2020).

Fungsi sistem urinaria menurut (Muttaqin & Sari, 2014) sebagai berikut :

1. Meregulasi volume darah dan tekanan darah dengan mengeluarkan sejumlah cairan kedalam *urine* dan melepaskan *eritropoietin*, serta melepaskan *rennin*.
2. Melakukan kontribusi stabilitas pH darah dengan mengontrol jumlah keluarnya ion hidrogen dan ion bikarbonat ke dalam *urine*.
3. Menghemat pengeluaran nutrisi dengan memelihara ekskresi pengeluaran nutrisi tersebut pada saat proses eliminasi produk sisa,

terutama pada saat pembuangan nitrogen seperti urea dan asam urat.

4. Membantu organ hati dalam mendetoksikasi racun selama kelaparan, deaminasi asam amino yang dapat merusak jaringan.



Gambar 2.1 Organ-organ Sistem Urinaria (Lampignano and Kendrick, 2018)

a. Ginjal

Ginjal merupakan organ terpenting dalam mempertahankan *homeostasis* cairan tubuh secara fisiologi. Berbagai fungsi ginjal untuk mempertahankan *homeostasis* dengan mengatur volume cairan, keseimbangan osmotik, asam basa, ekskresi sisa metabolisme, sistem pengaturan hormonal dan metabolisme (Syarifudin, 2011).

Ginjal adalah organ saluran kemih yang terletak pada dinding *posterior* dibelakang *peritoneum* pada kedua sisi *vertebra toracalis* ke-12 sampai *vertebra lumbalis* ke-3. Bentuknya menyerupai kacang, berwarna merah tua, sisi cekungnya menghadap *medial*. Pada sisi ini terdapat *hilus* ginjal, yaitu tempat struktur-struktur pembuluh darah, sistem limfatik, sistem saraf, dan *ureter* menuju dan meninggalkan ginjal (Hariadi, Fachrizal DR. Faisal, 2012).

Ginjal memiliki ukuran panjang $\pm 11,5$ cm, lebar 5-7,6 cm, dan ketebalan ± 3 cm. Posisi ginjal berada pada *abdomen posterior* setinggi L3 (Long, 2016). Ginjal dibungkus oleh jaringan fibrus tipis dan mengkilat yang disebut kapsula fibrosa (*true capsule*) ginjal, yang melekat pada parenkim ginjal (Purnomo, 2011).

Ginjal lelaki relatif lebih besar ukuranya dari pada perempuan. Ukuran rerata ginjal orang dewasa adalah 11,5 cm (panjang) x 6 cm (lebar) x 3,5 cm (tebal), dengan beratnya bervariasi antara 120-170 gram, atau kurang lebih 0,4% dari berat badan (Purnomo, 2016).

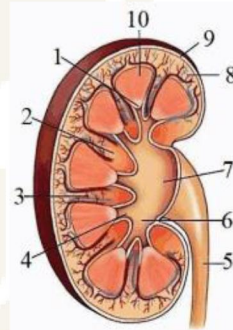
Menurut Saputra (2014), ginjal merupakan suatu organ bervaskuler banyak yang berbentuk seperti kacang. Ginjal terdiri dari tiga bagian yaitu :

1. *Korteks renalis* (bagian luar) : mengandung mekanisme penyaringan darah dan dilindungi oleh kapsul berfibrosa dan lapisan lemak.
2. *Medula renalis* (bagian tengah) : mengandung 8 sampai 12 piramida ginjal (biji berlurik yang sebagian besar tersusun dari struktur tubular).
3. *Pelvis renalis* (bagian dalam) : menerima *urine* melalui *calices mayor*.

Ginjal memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Mengatur volume air (cairan) dalam tubuh. Kelebihan air dalam tubuh akan diekskresikan oleh ginjal sebagai *urine* (kemih) yang encer dalam jumlah besar, kekurangan air (kelebihan keringat) menyebabkan *urine* yang diekskresi berkurang dan konsentrasinya lebih pekat sehingga susunan dan volume cairan tubuh dapat dipertahankan relatif normal.
2. Mengatur keseimbangan osmotik dan mempertahankan keseimbangan ion yang optimal dalam plasma (keseimbangan elektrolit). Bila terjadi pemasukan atau pengeluaran yang abnormal ion-ion akibat pemasukan garam yang berlebihan atau penyakit perdarahan (diare, muntah) ginjal akan meningkatkan ekskresi ion-ion yang penting (misal Na, K, Cl, Cad dan fosfat).

3. Mengatur keseimbangan asam basa cairan tubuh bergantung pada apa yang dimakan, campuran makanan menghasilkan *urine* yang bersifat agak asam, pH kurang dari 6 ini disebabkan hasil akhir metabolisme protein. Apabila banyak makan sayur-sayuran *urine* akan bersifat basa. Ginjal menyekresi *urine* sesuai dengan perubahan pH darah.
4. Ekskresi sisa hasil metabolisme (ureum, asam urat, kreatinin) zat-zat toksik, obat-obatan, hasil metabolisme hemoglobin dan bahan kimia asing (pestisida).
5. Fungsi hormonal dan metabolisme. Ginjal menyekresi hormon renin yang mempunyai peranan penting mengatur tekanan darah (*system renin angiotensin aldosteron*) membentuk *eritropoiesis* mempunyai peranan penting untuk memproses pembentukan sel darah merah (*eritropoiesis*).



Gambar 2.2 Struktur Ginjal (Lampignano and Kendrick, 2018)

Keterangan :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. Renal papilla | 6. Calyx mayor |
| 2. Columna renalis | 7. Renal pelvis |
| 3. Sinus renalis | 8. Cortex |
| 4. Calyx minor | 9. Kapsul fibrosa |
| 5. Ureter | 10. Medula |

b. Ureter

Ureter adalah organ yang berbentuk tabung kecil yang berfungsi mengalirkan *urine* dari *pielum* ginjal kedalam kandung kemih. Setiap *ureter* pada orang dewasa memiliki panjang kurang lebih 20 cm, memiliki dinding yang terdiri atas mukosa yang dilapisi oleh sel-sel transisional, otot-otot polos sirkuler dan

longitudinal yang dapat melakukan gerakan *peristaltic* (berkontraksi) untuk mengeluarkan *urine* ke kandung kemih (Muttaqin & Sari, 2014).

Ureter merupakan salah satu organ dari sistem urinaria yang ada. *Ureter* memiliki panjang kurang lebih 25-30 cm dan diameter 3-4 mm (Purnomo, 2011). *Ureter* membentang dari *peritoneum*, kedepan *psaos*, melewati *posterior inferior sacral wing*, dan berakhir pada kandung kemih. *Ureter* memiliki fungsi sebagai jalur sekresi dari ginjal menuju kandung kemih, *ureter* juga memiliki gerak *peristaltic* meski tidak sebesar gerak *peristaltic* pada kerongkongan (Long, 2016).

Pembagian *ureter* menurut tempatnya :

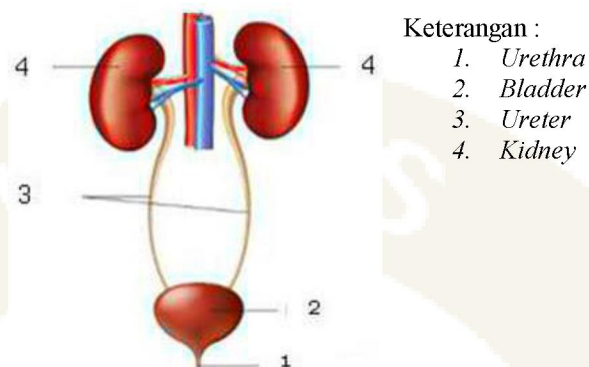
1. *Pars abdominalis ureter*

Dalam *cavum abdomen* *ureter* terletak di belakang *peritoneum*, sebelah *media anterior musculus psaos mayor* ditutupi oleh *fasia subserosa*. *Vasa spermatika/ovarika interna* menyilang *ureter* secara *obliq*, selanjutnya *ureter* akan mencapai *cavum peloleh vis* menyilang arteri *iliaka eksterna*. *Ureter* kanan terletak pada *pars descendens duodenum* sewaktu turun ke bawah terdapat di kanan bawah dan disilangkan oleh *colon dextra* dan *vasa iliaca iliocolica*, dekat *apertura pelvis* akan dilewati oleh bagian bawah *mesenterium* dan bagian akhir *ileum*. *Ureter* kiri disilang oleh *vasa colica sinistra* dekat *apertura pelvis superior*, berjalan di belakang *colon sigmoid mesenterium*.

2. *Pars pelvis ureter*

Pars pelvis ureter, berjalan pada bagian dinding *lateral* dari *cavum pelvis* sepanjang tepi *anterior* dari *insisura ischiadica mayor* dan tertutup oleh *peritoneum*. *Ureter* dapat ditemukan di depan arteri *hipogstrica* bagian dalam *nervus obturatoris*, arteri *vasialis anterior* dan arteri *hemoroidalis*

media. Pada bagian bawah *insisura ischiadica mayor ureter* agak miring ke bagian medial untuk mencapai sudut *lateral* dari *vesica urinaria*.



Gambar 2.3 Anatomi *Tractus Urinarius* (Bontrager, 2014)

c. Kandung Kemih

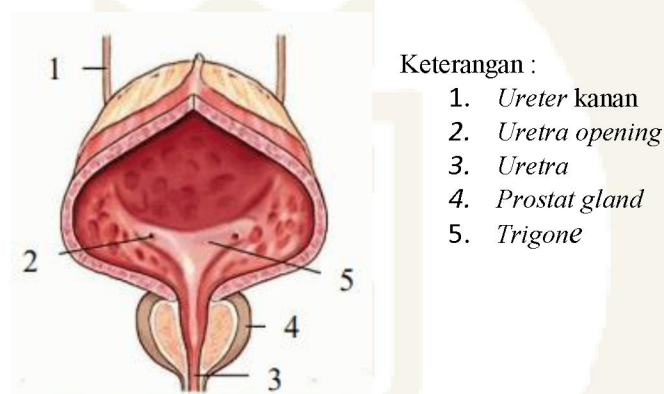
Kandung kemih adalah organ berongga yang terdiri atas tiga lapis otot destrusor yang saling beranyaman. Dinding kandung kemih terdapat dua bagian besar yakni ruangan yang berdinding otot polos yang terdiri dari badan (*corpus*) yang merupakan lanjutan dari badan yang berbentuk corong. Kandung kemih berfungsi menampung *urine* dari *ureter* dan kemudian mengeluarkannya melalui *uretra* dalam mekanisme *miksi* (berkemih). Kandung kemih mempunyai kapasitas maksimal dalam menampung *urine*, dimana pada orang dewasa besarnya adalah kurang lebih 300-450 ml. Kandung kemih pada saat kosong terletak dibelakang *symphysis pubic* dan pada saat penuh berada diatas *symphysis* sehingga dapat di palpasi dan diperkusi (Muttaqin & Sari, 2014).

Kandung kemih merupakan organ berongga yang terdiri dari tiga lapis otot detrusor yang saling beranyaman (Purnomo, 2011). Kandung kemih dalam sistem urinaria yang berfungsi sebagai penampung sementara *urine* yang telah di produksi oleh ginjal sebelum dikeluarkan dari tubuh melalui *uretra*.

Letak posisi kandung kemih berada pada *anterior abdomen*. Ukuran *urine* yang sanggup ditampung oleh kandung kemih adalah sekitar 500 ml, tetapi saat sudah terisi 250 ml maka akan dikeluarkan oleh tubuh (Long, 2016).

Menurut Purnomo (2011), *buli-buli* atau *vesica urinaria* adalah organ berongga yang terdiri dari 3 lapis otot detrusor yang saling beranyaman, yakni :

1. Teknik paling dalam adalah otot longitudinal
2. Di tengah adalah otot sirkuler
3. Paling luar adalah otot longitudinal



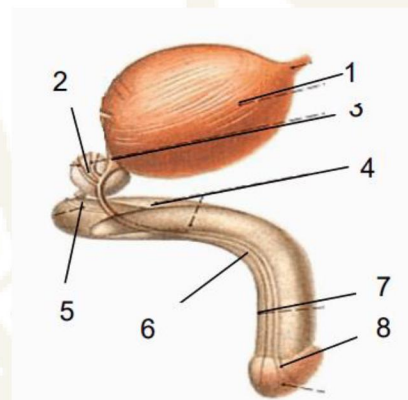
Gambar 2.4 Struktur Kandung Kemih (Lampignano and Kendrick, 2018)

d. *Uretra*

Uretra merupakan sebuah saluran yang berfungsi sebagai saluran keluaran *urine* yang tertampung dari *vesica urinaria*. Secara anatomis *uretra* dibagi menjadi dua bagian, yaitu *uretra posterior* dan *uretra anterior*. Pada pria, saluran ini berfungsi juga dalam menyalurkan air mani. *Uretra* dilengkapi dengan *sfincter uretra* interna yang terletak pada perbatasan *vesica urinaria* dan *uretra*, serta terdapat *sfincter uretra* eksterna yang terletak pada perbatasan *uretra posterior* dan *anterior*. *Sfincter uretra* interna tersusun atas otot polos yang dipersyarafi oleh sistem simpatik sehingga saat *vesica*

urinaria penuh, *sfincter* ini akan membuka. *Sfincter* eksterna tersusun atas otot bergaris yang dipersyarafi oleh sistem syaraf somatik. Aktivitas *sfincter* eksterna ini dapat dikontrol sesuai kemauan orang. Pada saat ingin kencing maka *sfincter* ini terbuka dan akan tetap menutup saat menahan kencing. Panjang *uretra* wanita kurang lebih 3-5 cm, sedangkan pada pria dewasa bisa memiliki panjang kurang lebih 23-25 cm. Perbedaan inilah yang menyebabkan keluhan hambatan pengeluaran *urine* lebih sering terjadi pada pria dibanding dengan wanita (Purnomo, 2011).

Pada wanita *uretra* merupakan saluran yang pendek, panjang dari kandung kemih sampai *orifisium* eksterna sekitar 4 cm. Pada laki-laki *uretra* melewati kelenjar prostat, *diafragma urogenitalis*, *corpus cavernosa* dan berakhir pada *glans penis* (Rasad, 2015).



Keterangan :

1. *Vesica Urinaria*
2. *Urticulus Prostaticus*
3. *Urethra Pars Prostatica*
4. *Corvora Cavernosa Penis*
5. *Urethra Pars Membranacea*
6. *Urethra Pars Cavernosa*
7. *Corpus Spongiosum penis*
8. *Glans Penis*

Gambar. 2.5 Anatomi Uretra Laki-Laki (J. Waschke, 2012 : 189)

2.1.2 Etiologi *Vesicoureteral Reflux*

Etiologi dari VUR dibagi menjadi 2 jenis, yaitu primer dan sekunder. Dikatakan primer bila terdapat kelainan kongenital pada mekanisme katup *vesicoureter*, sedangkan dikatakan sekunder bila terdapat perubahan faktor-faktor anatomi dan fungsi dari mekanisme katup tersebut.

a. *Vesicoureteral Reflux Primer*

VUR primer adalah kelainan kongenital yang tidak terkait dengan obstruktif atau fenomena *neuromuskuler*. Hal ini berhubungan dengan kegagalan mekanisme anti refluks pada persimpangan *vesico-ureter* atau VUJ yang mengakibatkan regurgitasi. Regurgitasi ini dapat menyebabkan penyebaran infeksi dari kandung kemih ke *ureter* dan ginjal. Setelah infeksi mencapai sistem *pelvicalises* ginjal, mikroorganisme dapat menyerang parenkim melalui *reflux intrarenal* (IRR). VUR primer biasanya terdeteksi semasa evaluasi radiologi pada anak-anak dengan infeksi saluran kemih (ISK). Bisa juga dapat ditemukan saat prenatal dengan temuan hidronefrosis. VUR kongenital primer biasanya ditandai dengan panjangnya *ureter intramural* yang relatif lebih pendek terhadap diameter.

Penyebab VUR primer yaitu pendeknya atau tidak terdapatnya *ureter intravesical*, otot detrusor yang enidekuat, letak *orifisium ureter* terlalu *lateral*, bentuk *orifisium ureter abnormal*. Hal ini berhubungan dengan kegagalan mekanisme anti refluks pada persimpangan *vesico-ureter* atau VUJ yang mengakibatkan regurgitasi. Regurgitasi ini dapat menyebabkan penyebaran infeksi dari kandung kemih ke *ureter* dan ginjal. Setelah infeksi mencapai sistem *pelvicalises* ginjal, mikroorganisme dapat menyerang parenkim. VUR primer biasanya terdeteksi semasa evaluasi radiologi pada anak-anak dengan infeksi saluran kemih (ISK). Biasanya juga dapat ditemukan saat prenatal dengan temuan hidronefrosiss. VUR kongenital primer biasanya ditandai dengan panjangnya *ureter intramural* yang relatif lebih pendek terhadap diameter. Rasio normal panjang : diameter *ureter intramural* adalah 5 : 1 (Akbar dan Rodjani, 2010).

b. *Vesicoureteral Reflux* Sekunder

VUR sekunder bukan merupakan kelainan kongenital primer. Dikatakan sekunder bila terdapat perubahan faktor-faktor anatomi atau obstruksi fungsional, inflamasi buli-buli, atau cedera langsung pada *orifice* yang sebelumnya utuh. Penyebab sekunder yang paling sering adalah sistitis atau ISK. Namun dapat juga disebabkan oleh operasi atau pemasangan *double J-stent*. Kelainan fungsional atau struktural dari saluran kemih bagian bawah juga dapat menjadi penyebab dari VUR sekunder. Obstruksi saluran kemih bagian bawah yang disebabkan kelainan kongenital atau didapat seperti katup *uretral*, prostat hipertrofi, atau *striktur uretra*, atau *neurological conditions* yang dapat menyebabkan tekanan *intravesica* meningkat serta dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal bila penyebabnya tidak dikoreksi (Akbar dan Rodjani, 2010).

Obstruksi *intravesica* atau *bladder outlet obstruction* (BBO), kelainan neurologi, kesulitan *miksi* yang lain, dan kelainan pada sistem *gastrointestinal* bisa menyebabkan *reflux*, yang disebut sebagai *reflux* sekunder. Tekanan yang sangat tinggi pada *intravesica* pada saat *miksi* inilah yang menyebabkan *reflux*. Pada pasien didapatkan tekanan *intravesica* yang tinggi, instabilitas detrusor, dan volume residual *urine* yang cukup banyak. Selain itu, bisa juga karena kelainan pada *ureter*, seperti *ureterocele* dan *ureter* ektopik. Seringkali, pasien juga mengeluh konstipasi atau enkoporesis.

Penyebab sekunder *vesicoureteral reflux* yaitu :

1. *Sistitis* atau infeksi saluran kemih.
2. Obstruksi (*bladder outlet obstruction*) klep *uretra posterior* pada anak laki-laki.
3. Instabilitas detrusor.
4. Duplikasi sistem *pelvicalises*.
5. Divertikulum para vesika (*Hutch*) (Purnomo, 2011).

2.1.3 Patofisiologi *Vesicoureteral Reflux*

VUR dapat dibagi menjadi dua kategori : primer dan sekunder. VUR primer terkait dengan incompetent *ureterovesical junction* (UVJ) dengan kegagalan penutupan oleh kompresi kandung kemih selama mengisi. VUR primer, anak lahir dengan *ureter* yang tumbuhnya tidak cukup panjang selama perkembangan anak dalam rahim. Katup dibentuk oleh *ureter* menekan berlawanan dengan dinding kandung kemih tidak menutup dengan benar, sehingga *reflux urine* dari kandung kemih ke *ureter* dan ginjal bisa terjadi. Penelitian mengungkapkan rasio normal antara panjang *ureter intravesical* dengan diameternya adalah sekitar 5:1. Rasio yang lebih rendah bisa menyebabkan terjadinya *reflux urine* dari kandung kemih ke saluran kemih atas (Chemaly et al, 2015).

VUR sekunder terjadi karena penyumbatan pada saluran kemih yang menyebabkan peningkatan tekanan dan mendorong *urine* kembali ke *ureter*. Anak-anak dengan VUR sekunder sering memiliki *bilateral reflux*. *Reflux* sekunder berasal dari anomali yang mempengaruhi integritas *ureter* atau dinamika fungsional kandung kemih. *Ureter* yang dilated dengan perubahan otot (sindrom *Prune-Belly* dengan VUR pada 75%), *bladder outlet obstructions* (BOO) (70%), *ureterocele* pada pasien wanita, masalah *neurofunctional* kandung kemih, disfungsi saluran kemih bawah (LUTS) seperti *dysfunctional voiding* atau *dysfunctional elimination syndrome* menyebabkan *reflux* sekunder (Chemaly et al, 2015).

Perbatasan antara *ureter* dengan *buli-buli*, atau dikenal sebagai *ureterovesical junction* (UVJ) adalah pembatas antara saluran kemih atas dengan bawah, yang bertindak sebagai katub atau klep, yakni mencegah *urine* yang telah terkumpul di dalam *buli-buli* tidak mengalir kembali ke *ureter*. Saluran kemih atas mempunyai kapasitas dan tekanan rendah, sedangkan *buli-buli* kapasitasnya besar dan tekanan rendah pada saat fase pengisian *urine*, namun pada saat *miksi*

berubah menjadi tinggi. Untuk itulah UVJ ini menahan *urine* agar tidak terjadi *reflux*.

Inseri *ureter* ke dalam trigonum, ujung distalnya terbenam di dalam bagian intramural *buli-buli* pada arah oblik, dan tetap berada di tunnel submukosa *buli-buli* hingga bermuara di dalam *orifisium ureter* di dalam *trigonum*. Pada saat *buli-buli* mulai terisi *urine*, dindingnya meregang dan menjadi lebih tipis, dan tunel *ureter* juga akan teregang, menipis, dan akan tertekan oleh detrusor yang meregang tersebut. Proses ini memungkinkan *urine* tetap dapat mengalir secara *antegrade* ke *buli-buli*, meskipun di lain pihak, *urine* tidak dapat kembali (*retrograde*) dari *buli-buli* ke *ureter* atau ginjal. Tunnel *ureter* yang *abnormal* biasanya lebih pendek, dan rasio antara panjang tunnel dengan diameternya adalah 1,4 banding 1, dan biasanya muaranya terletak lebih ke *lateral*, sehingga memungkinkan terjadinya *reflux* (Akbar dan Rodjani, 2010).

2.1.4 Patologi *Vesicoureteral Reflux*

Patologi merupakan cabang bidang kedokteran yang berkaitan dengan ciri-ciri dan perkembangan penyakit melalui analisis perubahan fungsi atau keadaan organ atau bagian tubuh tertentu. Penyakit dapat terjadi diseluruh bagian tubuh, diantaranya pada *tractus urinarius*. Salah satu penyakit yang dapat terjadi pada *tractus urinarius* adalah *vesicoureteral reflux*.

Vesicoureteral Reflux (VUR) adalah ketidak mampuan kaput pada *ureter* untuk menutup sehingga *urine* dari kandung kemih masuk kembali ke *ureter* bahkan ke ginjal saat proses *miksi*. Sambungan *vesicoureter* yang normal tidak memungkinkan terjadinya *refluks* dari kandung kemih ke dalam *ureter* (Kowalczyk & Mace, 2017).

Vesicoureteral Reflux (VUR) adalah penyebab kelima yang paling umum dari insufisiensi ginjal kronis pada anak-anak (Chemaly et al, 2015). Dari 1,1 juta penderita ISK bawah 18 tahun ditemukan sebanyak 25.000 anak yang berkunjung ke urolog untuk evaluasi dan

pengobatan VUR. Keadaan ini dapat dijumpai pada 1% bayi neonatus sehat. Prevalensi VUR berkisar antara 1-3% dari seluruh populasi anak. Bayi perempuan 5-6 kali lebih banyak menderita VUR dari pada laki-laki. Dengan bertambahnya usia, insidensi penyakit ini semakin menurun (Purnomo, 2011).

Saat terjadinya proses *miksi* pada *tractus urinarius* yang normal, *kaput ureter* berfungsi untuk mencegah tekanan dari otot-otot kandung kemih agar *urine* tidak kembali ke *ureter*. Pada *vesicoureteral reflux* kaput pada *ureter* tidak mampu untuk menutup sehingga *urine* dari kandung kemih masuk kembali ke *ureter* bahkan ke ginjal saat proses *miksi* (Mace and Kowalczyk, 2017).

Kegagalan katup *ureter* biasanya terjadi karena *reflux* yang biasa disebabkan oleh kelainan bawaan, berkembangnya bakteri pada *tractus urinarius* atau terjadinya pemendekan pada *intravesical ureter* (Kumar, Abbas and Aster, 2015). Selain itu kelainan akibat VUR dapat juga disebabkan oleh saraf yang terhubung dengan *urinarius* tidak berfungsi dengan baik (Mace and Kowalczyk, 2017).

Penyebab VUR dibagi menjadi yaitu VUR primer dan VUR sekunder. VUR primer terjadi akibat anomali kongenital dari persimpangan *vesiko ureter* dengan dasar genetik, sedangkan VUR sekunder disebabkan oleh obstruksi anatomi atau fungsional kandung kemih, atau akibat inflamasi (Mace and Kowalczyk, 2017).

2.1.5 Media Kontras

Media kontras adalah senyawa yang digunakan untuk memindai struktur jaringan lunak seperti pembuluh darah, lambung, rongga *abdomen* dan rongga tubuh lainnya yang tidak terdeteksi pada pemeriksaan sinar-X konvensional. Media kontras dengan berbagai macam jenisnya, memiliki peran yang penting dalam meningkatkan hasil gambaran pemeriksaan pencitraan dalam dunia kodokteran atau umumnya disebut sebagai pemeriksaan radiologi (Wijaya & Atmadja, 2016).

Media kontras radiografi dibagi menjadi dua jenis yaitu media kontras positif dan media kontras negatif. Media kontras positif dibagi menjadi *water soluble iodine based* dan *on water soluble barium based*. Media kontras *iodine based* dapat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu *ionic* dan *non ionic*, berdasarkan sifatnya *water soluble*. Media kontras negatif beratenuasi dengan sinar-X lebih sedikit daripada suatu organ. Media kontras umumnya udara (Brady et al, 2016).

Umumnya media kontras yang digunakan adalah *barium sulfat* untuk pemeriksaan evaluasi pada saluran pencernaan dan media kontras yang larut dalam air untuk pemeriksaan peredaran darah, saluran kemih dan beberapa organ lainnya. Media kontras yang larut dalam air jenis *Tri-iodobenzene* digunakan sebagai alternatif jika ada kontra indikasi dengan *barium sulfat*. (Speck & Aspects, 2018).

Pemeriksaan *voiding cystourethrography*, umumnya menggunakan media kontras *iodine* yang berkonsentrasi rendah (100-150 mg/ml) (Reiser et al, 2014). Idealnya media kontras yang dialirkann harus hangat (suhu tubuh) karena dengan cairan dingin dapat membuat kandung kemih mengeluarkan *urine* dengan volume yang kecil atau kencingnya tidak tuntas (Cubillous dan Klinosky, 2014).

Teknik pemasukan media kontras yang digunakan pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah teknik *drip infusion* yang bertujuan agar tidak ada pemaksaan dalam pemasukan media kontras sehingga sesuai dengan fisiologis dari organ yang diperiksa. Media kontras yang digunakan dalam pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah media kontras dengan *water soluble* yang dicampur dengan NaCl dengan perbandingan 1:3 (Lakhkar, 2017).

Sama seperti obat lainnya, media kontras juga dapat menimbulkan efek samping dikarenakan senyawa penyusun media kontras, efek obat pada organ yang sensitif, reaksi alergi (*anaphylactoid*, *idiosyncratic*, atau *pseudoallergic*). Efek samping

timbul setelah pemberian 5% dari 8% media kontras *intra vena* media kontras *ionic* atau dengan osmolalitas rendah. menurut (Brady et al, 2016) efek samping dari penggunaan media kontras dibagi menjadi 3 yaitu :

a. Efek samping ringan

Merupakan efek samping yang sering ditemui, seperti mual, muntah, gatal-gatal, demam, bengkak pada wajah. Walaupun sangat ringan tapi efek samping ini perlu diobservasi lebih lanjut karena dapat memicu penyakit yang lebih serius.

b. Efek samping sedang

Terjadi pada 1%-2% dari pasien yang melakukan pemeriksaan dengan menggunakan media kontras dengan osmolalitas tinggi. contoh : *bradikardi* atau *takikardi* umumnya disertai dengan perubahan tekanan darah, *dyspnea*, *laringopasme*. Pasien dengan kondisi ini dibutuhkan penanganan yang serius dan pengobatan.

c. Efek samping berat

Gejala yang ditimbulkan pada efek samping berat berupa kejang, bronkospasme akut dan edema *laring*, edema paru dan kolaps kardiovaskular. Reaksi ini umumnya terjadi 15 menit setelah dimasukan media kontras namun tak jarang terjadi 24-48 jam setelah dimasukan media kontras. pasien dengan kondisi seperti ini harus ditangani segera karena dapat mengancam hidup manusia.

2.1.6 Prosedur Pemeriksaan Radiografi *Voiding Cystourethrography*

Voiding Cystourethrography adalah pemeriksaan *fluoroscopy tractus urinarius*. *Voiding cystourethrography* pada anak bisa dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya *vesicoureteral reflux* atau kelainan kongenital dari *tractus urinarius*. Kelainan tersebut yang dapat menyebabkan terjadinya infeksi saluran kemih dan dilatasi penampungan *urine* (Brady et al, 2016). Pemeriksaan *voiding*

cystourethrography juga dapat menentukan tingkat keparahan dari *vesicoureteral reflux* (Johnin et al, 2019).

VCUG merupakan pemeriksaan urologi yang penuh tekanan untuk pasien dan orang tua sehingga diperlukan edukasi terhadap orang tua dan anak karena kemungkinan anak akan merasa kesulitan atau ketakutan yang disebabkan kateterisasi maupun hal lain. Pasien diharapkan melepas benda yang berpotensi menimbulkan gambaran *radioopaque* pada citra dan mengosongkan kandung kemih terlebih dahulu sebelum pemeriksaan. Selain itu, tidak ada persiapan khusus yang perlu dilakukan (Cubillos dan Klionsky, 2014).

Menurut Cubillos dan Klionsky (2014), persiapan alat dan bahan pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah pesawat *fluoroscopi*, *imaging plate* sesuai kebutuhan, media kontras iodine, kateter tipis tanpa balon (kateter 8-French), infus untuk penempatan media kontras, klem, serta sedasi untuk kemungkinan pasien mengalami kesulitan atau kecemasan yang cukup parah.

Pada beberapa pemeriksaan untuk melihat sistem urinaria, media kontras dimasukan ke tubuh pasien berlawanan dengan aliran darah. metode ini disebut metode *retrograde urography*. Media kontras dimasukan ke tubuh pasien melalui *kanal* dengan bantuan kateter *ureteral* agar media kontras mengisi *tractus urinarius* bagian atas dan mengisi bagian bawah.

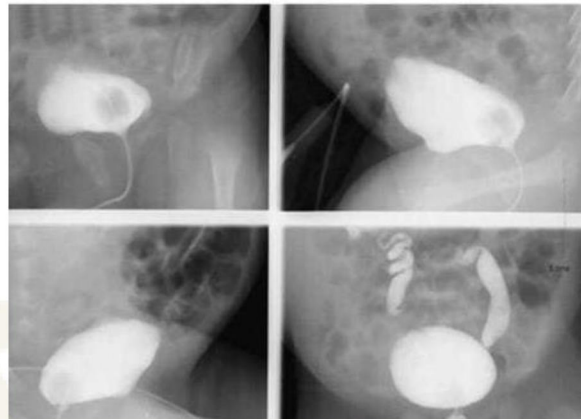


Gambar 2.6 Posisi Pasien *Supine* (Lampignano and Kendrick, 2018)

Teknik pemeriksaan *voiding cystourethrography* untuk klinis *vesicoureteral reflux*, pasien yang ingin melakukan pemeriksaan *voiding cystourethrography* tidak memerlukan persiapan khusus, pasien hanya diinstruksikan untuk mengosongkan kandung kemih sebelum pemeriksaan dimulai (Riccabona, 2018). Setelah itu, dilakukan teknik aseptik untuk pemasangan kateter pada kandung kemih. Media kontras yang digunakan sebanyak 150 ml akan dimasukan kedalam kandung kemih melalui kateter dengan teknik di suntikan atau diteteskan secara perlahan. Pemeriksaan dilakukan dengan posisi pasien *supine*. Amati pergerakan media kontras dengan bantuan *fluoroscopy*. Pengambilan gambar dilakukan pada saat media kontras mulai masuk kedalam *vesica urinaria*, pada saat terlihat adanya *vesicourethral reflux*, pada saat pasien *miksi*. Pengambilan gambar dengan posisi *oblique* dan *lateral* dilakukan jika hasil gambaran dengan posisi *supine* tidak memperlihatkan struktur anatomi dari *tractus urinaria* (Watson & Jones, 2018).

Pemeriksaan *voiding cystourethrography* menurut teori (Lampignano & Kendrick, 2018) lebih baik dilakukan dengan bantuan *fluoroscopy*. Pemeriksaan umumnya dilakukan dengan posisi pasien *supine*, terkadang dilakukan dengan posisi pasien *erect* agar memudahkan pasien untuk *miksi*. Pada pasien wanita umumnya pemeriksaan *voiding cystourethrography* dilakukan dengan posisi *Antero Posterior* (AP) dan *oblique*. Pada pasien pria umumnya dilakukan dengan posisi 30° *Right Posterior Oblique* (RPO). Foto diambil ketika kandung kemih dalam keadaan terisi penuh oleh media kontras dan ketika *miksi*. karena pada saat itu, akan terlihat ada atau tidaknya *vesicoureteral reflux*.

Kriteria gambaran pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah mencakup seluruh area *abdomen* yang dapat memperlihatkan anatomi *tractus urinarius* dari *uretra* sampai dengan ginjal untuk melihat ada tidaknya *vesicoureteral reflux* (Watson & Jones, 2018).



Gambar 27 Hasil Radiografi (Lampignano and Kendrick, 2018)

a. Perawatan Pasien

Tidak ada perawatan khusus setelah dilakukannya pemeriksaan, keluarga pasien tetap diberikan edukasi hal yang mungkin terjadi setelah pemeriksaan selesai, seperti kemungkinan terjadinya *dysuria*, rasa tidak nyaman saat buang air kecil, dan timbulnya alergi yang disebabkan oleh media kontras. Namun hal tersebut sangat jarang terjadi (Watson & Jones, 2018). Pemberian antibiotik oleh dokter untuk menghindari resiko terjadinya infeksi saluran kemih dan perlunya konsultasi setelah dilakukan pemeriksaan untuk mendapatkan hasil dan tindakan yang akan dilakukan selanjutnya (*Monash Children's Hospital, nd.*).

b. Komplikasi

Jika VUR tidak diterapi dengan benar, komplikasi yang dapat terjadi yaitu (Purnomo, 2011) :

1. Infeksi saluran kemih

ISK terjadi pada 17-40% pasien dengan VUR. Insiden pyelonefritis lebih banyak 2 hingga 5 kali pada VUR yang hanya diterapi dengan antibiotik profilaksis daripada yang diterapi dengan cara pembedahan.

2. Pembentukan *renal scar*

Sebanyak 35% hingga 60% kasus VUR akan menyebabkan pembentukan *renal scar*. Ini tidak berhubungan dengan apakah pasien VUR menderita ISK atau tidak. Pembentukan *renal scar* dapat terjadi walaupun penderita tidak mengalami infeksi saluran kemih (ISK).

3. Terganggunya fungsi ginjal

Fungsi ginjal yang terpengaruh jika komplikasi VUR terjadi yaitu kapasitas konsentrasi ginjal dan GFR.

4. Terganggunya perkembangan ginjal

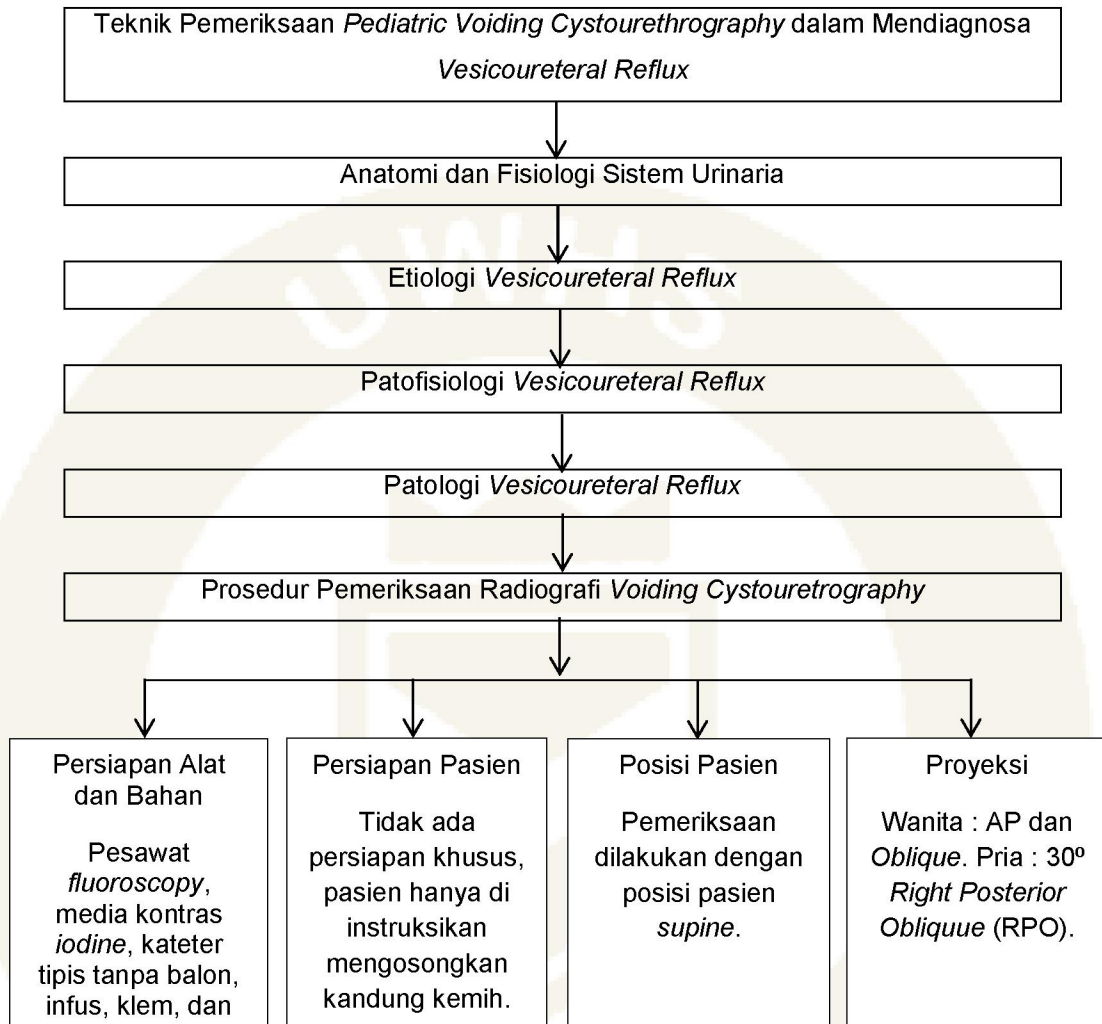
Kerusakan persisten dari kemampuan konsentrasi *renal* dapat menyebabkan kegagalan perkembangan ginjal. Sebanyak 10% pasien dengan VUR mengalami gangguan perkembangan ginjal.

5. Hipertensi

VUR dapat menyebabkan terbentuknya *renal scar*. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya hipertensi.

2.2 Kerangka Teori

Dengan teori dari Tugas Akhir *Study Literature* ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Kerangka Teori

Wylie (2011), Lampignano and Kendrick (2018), Purnomo (2016), Bontrager (2014), Chemaly (2015), Brady et al (2016), Cubillous dan Klinosky (2014), Long (2016), Lakhkar (2017)

2.3 Pertanyaan Penelitian

- 2.3.1 Bagaimana teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux*?
- 2.3.2 Bagaimana penanganan terhadap pasien *pediatric* pada pemeriksaan *voiding cystourethrography*?

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dibagi menjadi dua bagian yaitu jenis penelitian dan waktu penelitian.

3.1.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian pada penyusunan Karya Tulis Ilmiah (KTI) ini adalah penelitian kualitatif dengan metode pendekatan studi literatur. Menurut Sugiyono (2015), metode penelitian kualitatif adalah penelitian yang digunakan untuk menyelidiki, menggambarkan, menjelaskan, menemukan kualitas atau keistimewaan dari pengaruh sosial yang tidak dapat dijelaskan, diukur atau digambarkan melalui pendekatan kuantitatif dengan pendekatan *study literature review (SLR)*.

Literature review adalah uraian tentang teori, temuan, dan bahan penelitian lainnya yang diperoleh dari bahan acuan yang akan dijadikan landasan kegiatan penelitian untuk menyusun kerangka pemikiran yang jelas dari perumusan masalah yang ingin diteliti oleh peneliti (Notoatmodjo, 2015).

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Januari - Juni 2022.

3.2 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data menggunakan *literature review*, dimulai dengan mencari jurnal berisi tentang teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux*. Jurnal pertama berjudul "*Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children*" karangan Johnin dkk (2019). Selanjutnya jurnal karangan Razak & Sudakar (2019), yang berjudul "*A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding*

cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children". Kemudian jurnal karangan Frimberger dkk (2016), dengan judul "*Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography*".

Study literature dimulai dengan menggunakan kata kunci basis data dengan bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Basis data yang digunakan adalah *Google Scholar*. Pencarian dibatasi untuk jurnal yang dipublikasikan pada tahun 2011-2021 menggunakan kata kunci *voiding cystourethrography* dan *vesicoureteral reflux*.

Beberapa kriteria kelayakan dan kriteria inklusi yang digunakan untuk mereduksi sumber *literature* adalah sebagai berikut :

3.2.1 Kriteria Kelayakan

Kriteria kelayakan dibagi menjadi tiga bagian yaitu kriteria data, kriteria penelitian dan kriteria hasil data.

a. Kriteria Data

Kriteria data yang digunakan merupakan penelitian prospektif atau retrospektif (penelitian observasional).

b. Kriteria Pengujian

Pengujian yang dilakukan yaitu analisis teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux*.

c. Kriteria Hasil Data

Kriteria hasil data merupakan data yang menjelaskan tentang teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux*.

3.2.2 Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi adalah karakteristik umum subjek penelitian dari suatu populasi target yang terjangkau dan dapat mewakili sampel yang akan diteliti (Nursalam, 2011).

Jurnal yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah tiga jurnal yang telah diterbitkan sesuai dengan ketentuan jurnal yaitu 10 tahun terakhir. Jurnal yang digunakan merupakan tiga jurnal internasional

yang terakreditasi ditandai dengan adanya ISSN/ISBN ataupun DOI baik print maupun elektronik. Jurnal dianggap relevan apabila dapat diakses utuh (memuat judul, nama pengarang, tahun terbit, penerbit, abstrak serta terdapat isi jurnal yang lengkap dan disertai daftar pustaka tentang pemeriksaan *voiding cystourethrography*).

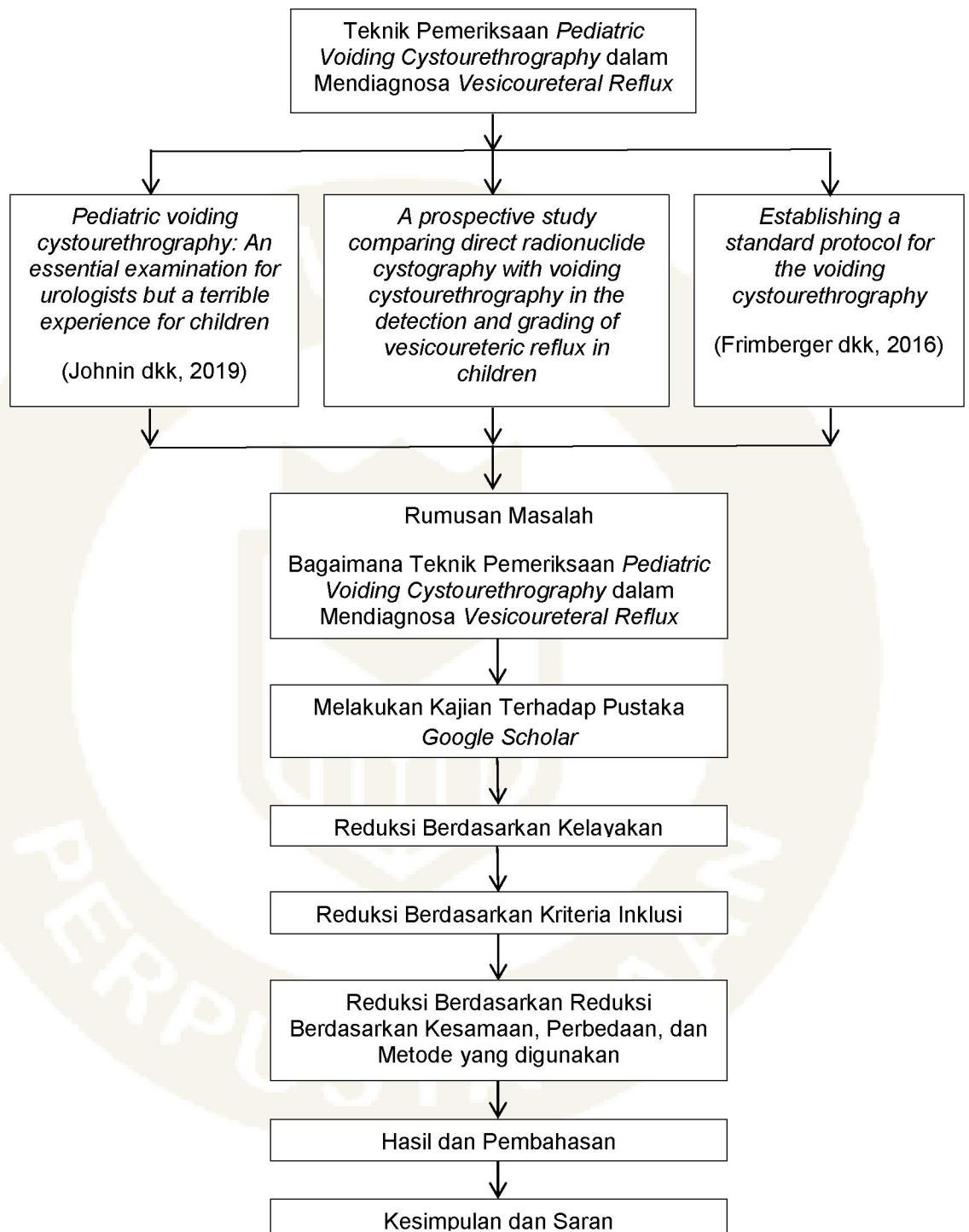
3.2.3 Sumber Informasi

Pencarian sumber informasi atau jurnal menggunakan basis data *google scholar* sehingga didapatkan tiga jurnal internasional. Jurnal pertama berjudul “*Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children*” karangan Johnin dkk (2019) diterbitkan tahun 2019 dengan no. ISSN : 1442-2042, DOI : <https://doi.org/10.1111/iju.13881>. Untuk jurnal yang kedua karangan Razak & Sudakar (2019), dengan judul “*A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children*” diterbitkan pada tahun 2019 dengan no E-ISSN : 2709-9369 P-ISSN : 2709-9350. Sedangkan jurnal ke tiga karangan Frimberger dkk (2016), dengan judul “*Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography*” diterbitkan pada tahun 2016 dengan print ISSN : 0031-4005, Online ISSN : 1098-4275, DOI : <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2590>.

3.2.4 Pemilihan Literatur

Penelitian *study literature* ini dilakukan dengan mengumpulkan data yang bersumber dari basis data *google scholar* yang merupakan situs pencarian ilmiah dengan kata kunci *voiding cystourethrography* dan *vesicoureteral reflux*. Pemilihan jurnal dilakukan dengan membatasi pencarian untuk jurnal atau naskah publikasi yang diterbitkan pada tahun 2011-2021. Jurnal yang telah ditemukan kemudian dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan ditemukan 3 jurnal. Setelah itu jurnal dipilih berdasarkan relevansi kesamaan metode dan hasil yang kemudian dianalisis.

3.3 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur *Literature Review*

3.4 Pengolahan dan Analisi Data

Penulis mengumpulkan data dengan cara melakukan kajian terhadap beberapa pustaka yang terkait. Data hasil dari reduksi berdasarkan kriteria tertentu yang sudah terkumpul kemudian dilakukan pengolahan dan analisa dengan tahap sebagai berikut :

3.4.1 *Literature Review*

Penelitian ini menggunakan beberapa jurnal dengan berbagai macam metode, tujuan dan hasil. Sehingga tidak dapat dihindari terdapat beberapa metode maupun tujuan yang dinyatakan secara berulang sehingga diperoleh data sangat kompleks dan belum sistematis, maka peneliti perlu melakukan *literature review* yang sesuai dengan tema yang akan diangkat. Merangkum data merupakan bentuk analisis untuk mempertajam, memilih, memfokuskan, membuang dan menyusun data kearah pengambilan kesimpulan.

3.4.2 Penyajian Data

Data disajikan dalam bentuk tulisan berupa tabulasi maupun ringkasan jurnal. Tujuan penyajian data yaitu untuk menggabungkan informasi yang telah dikutip dari jurnal. Pada langkah ini peneliti berusaha menyusun data yang relevan sehingga menjadi informasi yang dapat disimpulkan dan dapat memiliki makna.

3.4.3 Penarikan Kesimpulan

Setelah menganalisis data yang ada pada jurnal yang digunakan, maka akan ditarik kesimpulan dari jurnal tersebut oleh penulis.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Seleksi Artikel

Jurnal yang digunakan dalam penelitian *study literature* ini yaitu berjumlah 3 jurnal internasional yang terkait dengan teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux*. Pencarian ketiga jurnal ini dengan cara mengumpulkan data yang dimulai dengan pencarian menggunakan kata kunci *voiding cystourethrography* pada *vesicoureteral reflux* dalam jurnal online internasional. Penulis mencari sumber pustaka berupa jurnal pada situs yang sudah terakreditasi yaitu *google scholar*. Terkait kelayakan literatur penulis menggunakan jurnal yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir dari situs penelitian.

Berikut adalah kelayakan yang terkait didalam jurnal yang digunakan penulis sebagai sumber literatur dalam pembuatan karya tulis ilmiah :

- a. Jurnal pertama yang berjudul “*Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children*”. Jurnal tersebut digunakan sebagai referensi pertama penulis karena telah memenuhi kelayakan jurnal dengan alasan bahwa jurnal tersebut diterbitkan pada tahun 2019 yang berarti telah memasuki dari pada ketentuan jurnal yaitu 10 tahun terakhir dari situs penelitian. Jurnal ini memiliki nomor ISSN atau DOI yang dapat dipertanggung jawabkan, informasi yang tertera dalam jurnal yaitu ISSN: 1442-2042 atau doi: 10.1111/iju.13881. Dan juga memiliki sebuah kelembagaan penerbit yang jelas oleh *Journal Internasional of Urologi*.
- b. Jurnal kedua dengan judul “*A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children*” yang digunakan sebagai referensi kedua penulis. Jurnal ini telah memenuhi kelayakan jurnal

dengan alasan bahwa jurnal tersebut diterbitkan pada tahun 2019 yang berarti sesuai dengan ketentuan jurnal yaitu 10 tahun terakhir dari situs penelitian. Jurnal ini memiliki nomer E-ISSN/P-ISSN yang dapat dipertanggung jawabkan, informasi yang tertera dalam jurnal yaitu E-ISSN: 2709-9369 / P-ISSN: 2709-9350. Jurnal ini juga memiliki sebuah kelembagaan penerbit yang jelas oleh *International Journal of Multidisciplinary Trends*.

- c. Jurnal ketiga berjudul “*Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography*” yang digunakan sebagai referensi ketiga penulis. Jurnal tersebut telah memenuhi kelayakan jurnal karena jurnal tersebut diterbitkan pada tahun 2016 yang berarti sesuai dengan ketentuan jurnal yaitu 10 tahun terakhir dari situs penelitian. Jurnal ini memiliki nomor ISSN atau DOI untuk jurnal internasional yang dapat dipertanggung jawabkan, informasi yang tertera pada jurnal yaitu nomor print ISSN: 0031-4005, Online ISSN: 1098-4275, DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2590>. Jurnal ini memiliki sebuah kelembagaan penerbit yang jelas oleh *Journal of Pediatric Urology*.

4.2 Pemaparan Jurnal

4.2.1 Pemaparan jurnal pertama

Pada penelitian ini, penulis menggunakan jurnal dengan judul “*Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children*” yang ditulis oleh Johnin dkk (2019) dengan nomor ISSN: 1442-2042 atau doi: 10.1111/iju.13881.

a. Tujuan

Tujuan penelitian pada jurnal ini yaitu untuk memberikan informasi tentang penilaian VUR, serta kelainan anatomis, seperti *diverticulum*, *trabekulasi*, *ureterokel*, *katup uretra posterior*, *katup uretra anterior*, dan *stenosis uretra*.

b. Pendahuluan

Voiding Cystourethrography (VCUG) adalah pemeriksaan *fluoroscopy* yang paling penting dalam urologi *pediatric* untuk pemeriksaan saluran urogenital bagian bawah. *Vesicoureteral reflux* harus segera diobati untuk mencegah infeksi saluran kemih (ISK) dan meminimalkan resiko kerusakan ginjal yang bermasalah. Beberapa modalitas pengobatan VUR telah diperkenalkan, tetapi baru-baru ini, potensi risiko overdiagnosis dan overtreatment VUR risiko rendah serta VCUG tindak lanjut dan CAP (*continuous antibiotic prophylaxis*) jangka panjang telah ditekankan dan diusulkan sebagai pilihan.

Voiding Cystourethrography (VCUG) biasanya dilakukan oleh ahli radiologi, ahli urologi anak, dokter anak, ahli nefrologi anak dan ahli bedah anak, tetapi ahli *pediatric* yang biasanya melakukan dan menginterpretasikan VCUG. Biasanya ahli urologi kemudian memutuskan operasi atau observasi. Di beberapa negara termasuk Jepang, VCUG terutama dilakukan oleh ahli urologi muda, tetapi jika tidak berpengalaman, pasien akan mengalami lebih banyak kesusahan dan kecemasan.

c. Metode penelitian

Metode penelitian pada jurnal ini menggunakan pendekatan observasional. Data yang diperoleh pada jurnal ini yaitu seorang anak laki-laki dengan usia 4 bulan yang dirawat di rumah sakit dengan ISK demam.

d. Hasil penelitian

Pada penelitian ini, data yang diperoleh yaitu seorang anak laki-laki berusia 4 bulan dirawat di rumah sakit dengan ISK demam, menunjukkan VUR derajat bilateral tanpa jaringan parut ginjal. Pemeriksaan VCUG dilakukan secara tahunan, sehingga CAP (*continuous antibiotic prophylaxis*) dapat dihentikan pada resolusi VUR. Pada usia 4 tahun, pasien menjalani VCUG kelima.

Pasien menangis dan menjerit saat pemeriksaan berlangsung. Kasus ini menggambarkan kecemasan dan stres pada pasien dan perawat sebagai akibat dari VCUG. Kekambuhan ISK biasanya dalam waktu 6 bulan dari ISK demam pertama. CAP direkomendasikan untuk anak-anak dengan VUR yang terkait dengan disfungsi kandung kemih dan usus karena peningkatan risiko ISK. Jika pasien dengan VUR mulai CAP, orang tua biasanya khawatir tentang status VUR mereka. Oleh karena itu tindak lanjut VCUG akan direncanakan setiap 6-7 bulan. Penghentian CAP telah dilaporkan sebagai pilihan yang aman untuk mengelola VUR persisten pada anak-anak setelah pelatihan toilet.

VCUG diindikasikan untuk evaluasi ISK, VUR primer, PNH (*prenatal hydronephrosis*), dan disfungsi saluran kemih bagian bawah termasuk *katup uretra posterior* dan kandung kemih neurogenik. VCUG memberikan informasi tentang penilaian VUR, serta kelainan anatomis, seperti *diverticulum*, *trabekulasi*, *ureterokel*, *katup uretra posterior*, *katup uretra anterior*, dan *stenosis uretra*. VUR merupakan kelaianan familial dengan beberapa pola pewarisan, antara lain autosomal dominan dengan penetrasi tidak lengkap, autosomal resesif, x-linked dan poligenik. Prevalensi VUR dilaporkan 27-51% untuk saudara kandung dan 66% untuk penularan dari orang tua ke anak. VCUG harus dilakukan pada semua pasien dengan hidronefrosis derajat 2-4 bilateral dan derajat 3-4 unilateral. VCUG harus disediakan untuk pasien yang memiliki ISK, *ureter* melebar dan gejala berkemih dengan kelainan *ureter*.

Kateterisasi *uretra* adalah bagian prosedur yang paling menyusahkan, karena anak-anak biasanya tidak dapat cukup rileks untuk berkemih selama VCUG. Karena paparan radiasi selama pemeriksaan VCUG dapat meningkatkan risiko kanker, pengurangan atau eliminasi dosis rendah lebih baik digunakan.

Jaringan dan organ anak-anak yang sedang berkembang kira-kira 10 kali lipat lebih sensitive terhadap radiasi pengion dari pada orang dewasa, dan risiko rata-rata untuk efek hereditas dan kanker setelah VCUG selama masa kanak-kanak telah diperkirakan masing-masing 15 per juta dan 125 per juta. Dengan demikian, risiko radiasi yang terkait dengan VCUG tidak dapat diabaikan. Pasien dengan VUR memerlukan VCUG tindak lanjut berkala selain skrining awal. Beberapa kasus rupture kandung kemih *iatrogenic* setelah VCUG juga telah dilaporkan saat menggunakan *folley* kateter dan media kontras dimasukkan secara manual menggunakan spuit.

Voiding Cystourethrography (VCUG) sebaiknya dilakukan 2-6 minggu setelah demam ISK, karena pasien yang menjalani VCUG pada minggu pertama setelah demam ISK mengeluh *dysuria*. Sekitar 4-6 minggu setelah demam ISK, fungsi kandung kemih dan *ureter* telah pulih. Penelitian lain menunjukkan bahwa waktu VCUG tidak mempengaruhi prevalensi atau keparahan VUR setelah ISK. Melakukan VCUG dalam 7 hari setelah ISK dapat menghindari CAP yang tidak perlu sampai VCUG dilakukan.

Sebagian besar protokol VCUG yaitu : kehadiran orang tua, infus kontras secara gravitasi, kateter tipis tanpa balon, tidak ada pengenceran kontras, dan berkemih tanpa kateter. Perbedaan antar institusi adalah ketinggian media kontras dan kapan harus berhenti mengisi media kontras. Namun, tidak ada perbedaan signifikan dalam tingkat deteksi VUR antara dua ketinggian berbeda 50 cm atau 100 cm yang dilaporkan. Onset VUR pada >35% prediksi kapasitas kandung kemih dikaitkan dengan peningkatan risiko ISK demam yang meningkat secara signifikan. Volume kandung kemih saat onset VUR harus dicatat selama VCUG, karena memprediksi risiko pielonefritis dan resolusi.

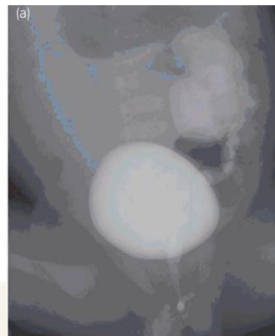
Pada saat sebelum dilakukan pemeriksaan *voiding cystourethrography*, pasien dijelaskan tentang edukasi dan persiapan tentang pemeriksaan VCUG. Apabila pasien non-kooperatif maka imobilisasi bisa dilakukan jika diperlukan. Pada pemeriksaan VCUG prinsip ALARA (*as low as reasonably achievably*) harus diperhatikan. Pemasangan kateterisasi dilakukan secara perlahan kedalam kandung kemih, kateterisasi menggunakan kateter non-balon kecil (3,5-5-Fr). Dapatkan *scout* gambar kandung kemih, *ureter*, ginjal. Pengisian media kontras iodinasi dilakukan secara *retrograde*. Pemeriksaan VCUG menggunakan ketinggian <100 cm. Selama pengisian berlangsung, dapatkan spot gambar *fluoroscopy*. Isi kandung kemih sampai terjadi pengosongan dan hentikan aliran media kontras. Dapatkan gambaran kandung kemih dan *uretra* : posisi *anterior posterior* (AP) untuk perempuan, dan *lateral & oblique* untuk laki-laki. Isi ulang kandung kemih sampai terjadi pengosongan jika metode siklik digunakan. Kemudian dapatkan gambaran berkemih dan pasca berkemih dari ginjal dan kandung kemih. Setelah itu rekam jumlah maksimum media kontras yang digunakan dalam pemeriksaan VCUG.

VCUG dapat dilakukan tanpa memerlukan sedasi pada sebagian besar pasien, asalkan informasi yang diberikan cukup tentang semua langkah VCUG telah disediakan. Jika anak-anak tahu lebih banyak tentang prosedur yang akan dilakukan, maka pasien akan merasa lebih nyaman dari pada pasien tidak tahu detailnya. Persiapan pretest untuk memperoleh manfaat persetujuan yang diinformasikan dari keterlibatan spesialis kehidupan anak untuk mengurangi penderitaan pasien. Penyediaan video kartun favorit, video game, ponsel pintar, dan barang-barang pribadi membantu mengalihkan perhatian pasien selama pemeriksaan *voiding cystourethrography*.

Selama VCUG, pasien harus berkemih secara spontan dan harus tetap sadar, sehingga obat-obatan yang memiliki pengaruh kecil pada pengosongan diperlukan. Anestesi lokal seperti gel lidokoin, dapat segera mengurangi nyeri *uretra* (dalam 1-4 menit) dan direkomendasikan saat memasang kateter. Obat penenang seperti *midazolam*, *nitric oxide*, *propofol* dan *chloral hydrate* sering digunakan. Tidak semua anak memerlukan sedasi selama VCUG, dan tidak semua orang tua ingin anaknya dibius, tetapi jika pasien dan atau orang tua ingin mengurangi tekanan selama VCUG, kita harus memiliki kapasitas untuk menawarkan sedasi yang aman.

Midazolam adalah turunan *benzodiazepine* dengan efek anti kecemasan dan obat penenang, yang memiliki onset cepat dan durasi kerja yang cepat, dan umumnya digunakan sebelum prosedur diagnostik terapeutik yang menyakitkan atau sebagai premedikasi untuk anestesi. Dapat diberikan melalui rute *intravena*, *intramuscular*, *sublingual*, *oral* (0,5-0,6 mg/kg) atau *intra nasal* (0,2 mg/kg). *Midazolam* mengurangi penderitaan pasien tanpa mengubah kemampuan berkemih dan dianggap aman dan layak dalam VCUG.

Paparan radiasi harus dibatasi bila memungkinkan, beberapa teknik seperti *fluoroscopy* berdenyut tingkat variable yang dikendalikan jaringan, dapat mengurangi paparan radiasi. Sesuai dengan prinsip ALARA (serendah mungkin yang dapat dicapai), pengambilan gambar terakhir untuk gambar digital-spot dapat mengurangi paparan radiasi tanpa mengorbankan akurasi diagnostik. VCUG dosis rendah dapat dilakukan tanpa penurunan kualitas gambar diagnostik yang nyata.



Gambar 4.1 VCUG menunjukkan VUR grade 4 kiri.

e. Kesimpulan

Voiding Cystourethrography (VCUG) adalah pemeriksaan *fluoroscopy* yang paling penting dalam urologi *pediatric* untuk pemeriksaan saluran urogenital bagian bawah. VCUG harus disediakan untuk pasien yang memiliki ISK, *ureter* melebar dan gejala berkemih dengan kelainan *ureter*. VCUG memberikan informasi tentang penilaian VUR, serta kelainan anatomis, seperti *diverticulum*, *trabekulasi*, *ureterokel*, *katup uretra posterior*, *katup uretra anterior*, dan *stenosis uretra*. Kinerja VCUG harus dicadangkan untuk saat-saat ketika hasilnya akan mempengaruhi manajemen VUR untuk menentukan kebutuhan intervensi bedah.

4.2.2 Pemaparan jurnal kedua

Pada penelitian ini, penulis menggunakan jurnal dengan judul “*A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children*” yang ditulis oleh Razak & Sudakar (2019) dengan nomor E-ISSN: 2709-9369 P-ISSN: 2709-9350.

a. Tujuan

1. Untuk membandingkan efikasi DRCG dalam mendeteksi VUR dibanding dengan VCUG (VCUG diambil sebagai standar acuan).
2. Untuk mengusulkan penilaian VUR yang layak pada DRCG.

b. Pendahuluan

Vesicoureteral Reflux (VUR) adalah penyebab penting gagal ginjal yang dapat dicegah dalam urologi *pediatric*. *Voiding Cystourethrography* (VCUG) adalah tes standar yang digunakan untuk mendeteksi dan menilai VUR.

Vesicoureteral reflux (VUR) didefinisikan sebagai aliran *retrograde* abnormal *urine* dari kandung kemih ke *ureter* melintasi persimpangan *vesicoureteric junction* (VUJ). Ini adalah masalah urologi umum pada populasi anak-anak. VUR adalah penyebab fungsional kedua yang paling umum dari obstruksi pada saluran kemih (setelah obstruksi *pelviureteric junction*) dan sering terjadi pada masa bayi dan anak-anak usia dini. Sebagian besar anak dengan VUR diketahui berada dalam kelompok persentil dengan berat badan lebih rendah. Hingga 50% bayi dan anak-anak dengan ISK diketahui memiliki VUR dan karenanya setiap anak kecil yang mengalami ISK diskriminasi untuk VUR.

Voiding Cystourethrography adalah metode konvensional dan paling diterima dan umumnya dianggap sebagai standar referensi untuk didiagnosis. VCUG dapat memberikan gambaran anatomi yang baik yang sangat penting dalam pencitraan anomaly struktural terkait (misalnya *katup uretra posterior*) dan memberikan penilaian yang akurat. Penilaian VUR yang akurat sangat penting, karena tingkat yang lebih tinggi dikaitkan dengan jaringan parut ginjal yang progresif.

c. Metode Penelitian

Desain penelitian pada jurnal ini adalah sebuah studi *cross-sectional* prospektif yang melibatkan 54 anak. Kriteria inklusi adalah : anak-anak kurang dari 12 tahun dievaluasi untuk VUR, kultur *urine* steril pada saat tes dan kedua tes dilakukan dalam waktu 24 jam satu sama lain (studi hari yang sama). Data

demografi, keluhan yang muncul, di diagnosis sementara dan keberadaan & derajat *reflux* pada kedua tes didokumentasikan.

d. Hasil penelitian

Vesicoureteral Reflux (VUR) adalah masalah umum pada kelompok usia anak. Dapat mempengaruhi anak-anak untuk ISK berulang dan nefropati *reflux* skuelynya adalah penyebab utama gagal ginjal. Cedera ginjal maksimal terjadi selama 3 tahun pertama kehidupan. Deteksi dini dan manajemen VUR yang optimal, secara medis atau pembedahan, dapat menghentikan proses ini.

Setiap bayi atau anak kecil yang mengalami infeksi saluran kemih (ISK) harus diselidiki untuk menyingkirkan VUR. Pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah investigasi pilihan untuk mengkonfirmasi dan mengkarakterisasi VUR. VCUG dianggap sebagai standar emas referensi yang dibandingkan dengan tes yang lebih baru karena sebagian besar data yang tersedia selama beberapa dekade telah mengakui bahwa itu sangat sensitive dalam mendeteksi VUR.

Pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah metode konvensional dan paling diterima dan umumnya dianggap sebagai standar referensi untuk mendiagnosis *vesicoureteral reflux*. VCUG dapat memberikan gambaran anatomi yang baik yang sangat penting dalam pencitraan anomaly struktural terkait (misalnya *katup uretra posterior*) dan memberikan penilaian yang akurat.

Prosedur pemeriksaan *voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux* (VUR) yaitu : orang tua atau orang dewasa yang akrab diizinkan untuk menemani pasien selama prosedur untuk meyakinkan anak. Anak tersebut diberikan antibiotik *prophylactic* (Inj. Gentamycin 5mg/kg berat badan) setengah jam sebelum tes. Dibawah tindakan pencegahan aseptik dan gel anestesi lokal, kandung kemih dikateterisasi dengan selang

makanan bayi ukuran 5-7. Anak ditempatkan di atas meja *rontgen*, di bawah *couch tube* dan fasilitas *fluoroscopy*. *Fluoroscopy* intermiten digunakan untuk membatasi radiasi yang terlibat. Media kontras encer (*Urograffin* 76% dengan rasio 1:4) pada suhu tubuh di bawah fluoroskopi. Kapasitas kandung kemih diasumsikan sekitar 10 ml/kg berat badan dan dihentikan dengan kebocoran kontras perikateter jika terjadi berangsur. Anak yang lebih dewasa diminta untuk berkemih ketika dia merasakan dorongan yang kuat sementara pada anak-anak dibawah 2 tahun dan pada mereka yang diketahui keadaan kandung kemih neurogenik, kandung kemih diisi sampai anak berkemih di sekitar kateter. Ambil gambar *voiding* seluruhnya. Gambar kandung kemih penuh atau *post void* diambil jika diperlukan. Ambil gambar *oblique* bila memungkinkan dan pada laki-laki *uretra posterior* dicitrakan dengan hati-hati.

Voiding Cystourethrography merupakan standar emas untuk mendeteksi *vesicoureteral reflux* (VUR). VUR terdeteksi pada total 32/108 unit ginjal (35%) pada 21 pasien. Dari jumlah tersebut 15 laki-laki dan 6 perempuan; VUR bilateral pada 11 (22 unit ginjal) dan uni lateral pada 10 (10 unit ginjal) pasien. Laki-laki didominasi pada *reflux* unilateral (7/10 pasien) dan bilateral (8/10 pasien) yang mencerminkan distribusi kasus berdasarkan jenis kelamin secara keseluruhan. Studi menunjukkan angka (sensitivitas 75,68%, spesifisitas dan nilai prediksi positif 100% dan nilai prediksi negative 89%).

e. Kesimpulan

Voiding Cystourethrography (VCUG) adalah tes standar yang digunakan untuk mendeteksi dan menilai *vesicoureteral reflux* (VUR). VCUG dapat memberikan gambaran anatomi yang baik yang sangat penting dalam pencitraan anomaly struktural terkait (misalnya *katup uretra posterior*) dan memberikan

penilaian yang akurat. VCUG dianggap sebagai standar emas karena telah diakui bahwa pemeriksaan tersebut sangat sensitive dalam mendeteksi VUR.

4.2.3 Pemaparan jurnal ketiga

Pada penelitian ini, penulis menggunakan jurnal dengan judul “*Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography*” yang ditulis oleh Frimberger dkk (2016), dengan nomor print ISSN: 0031-4005, Online ISSN: 1098-4275, DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2590>.

a. Tujuan

Tujuan penelitian pada jurnal ini yaitu untuk mendiagnosis berbagai kondisi urologis, seperti *vesicoureteral reflux*.

b. Pendahuluan

Voiding Cystourethrography (VCUG) adalah tes yang sering dilakukan untuk mendiagnosis berbagai kondisi urologis, seperti *vesicoureteral reflux* (VUR). *American Academ of Pediatric* (APP) merekomendasikan VCUG untuk anak-anak antara 2 dan 24 bulan dengan infeksi saluran kemih (ISK). Untuk meningkatkan keselamatan pasien dan untuk menstandarisasi data yang diperoleh saat VCUG dilakukan, bagian radiologi dan bagian APP urologi melalui protokol VCUG saat ini membuat konsesus tentang cara melakukan tes ini.

Voiding Cystourethrography (VCUG) adalah tes yang diterima dilembaga nasional dan internasional untuk mendiagnosis *vesicoureteral reflux*. VCUG bertujuan untuk menggambarkan saluran kemih, termasuk *uretra*, kandung kemih, *ureter*, dan ginjal, selama pengisian dan pengosongan kandung kemih. Sebagian besar studi pencitraan VCUG dilakukan dengan menggunakan protokol yang memiliki konsensus nasional dan seringkali internasional yang memungkinkan perbandingan hasil diseluruh pusat dan mencapai tingkat keselamatan pasien yang seragam.

c. Metode Penelitian

Metode penelitian pada jurnal ini menggunakan penelitian kualitatif. Data yang diperoleh pada jurnal ini yaitu anak-anak antara 2 dan 24 bulan dengan infeksi saluran kemih (ISK).

d. Hasil Penelitian

Voiding Cystourethrography (VCUG) adalah tes yang sering dilakukan untuk mendiagnosis berbagai kondisi urologis, seperti *vesicoureteral reflux* (VUR). VCUG bertujuan untuk menggambarkan saluran kemih, termasuk *uretra*, kandung kemih, *ureter*, dan ginjal, selama pengisian dan pengosongan kandung kemih. Pemeriksaan VCUG biasanya dipesan oleh banyak spesialis dan penyedia perawatan primer, termasuk dokter anak, praktisi keluarga, ahli nefrologi, rumah sakit, dokter ruang gawat darurat, dan ahli urologi. Ward dkk, membandingkan paparan radiasi dan dosis efektif pada anak yang mengalami VCUG. Mereka menemukan 8 kali pengurangan paparan radiasi saat menggunakan fluoroskopi berdenyut yang dikendalikan jaringan dengan kecepatan *variable* versus fluoroskopi kontinyu konvensional. Untuk mencapai keseimbangan antara mendapatkan gambar yang berkualitas tinggi dan meminimalkan paparan radiasi, departemen radiologi harus mengamati ALARA (*as low as reasonably achievable*) dan *image gently*. Gambar lembut (*image gently*) adalah inisiatif dari aliansi untuk keselamatan radiasi dalam pencitraan anak. Proteksi sangat penting untuk pasien dan radiografer.

Perbedaan parameter tes individu dapat memiliki pengaruh yang signifikan pada hasil tes dan memiliki potensi untuk mempengaruhi protokol manajemen masing-masing pasien. 183 pasien setelah terapi injeksi *urter* invasif minimal, 60% pasien dengan hasil VCUG positif pasca operasi tidak menunjukkan VUR sampai kandung kemih terisi melebihi kapasitas kandung kemih

yang disesuaikan dengan usia. Jika protokol alternatif telah digunakan yang mengisi kandung kemih hanya dengan kapasitas yang disesuaikan dengan usia, pasien tersebut akan memiliki hasil studi yang negatif, dan operasi mereka akan dianggap berhasil. Oleh karena itu, tingkat keberhasilan paska operasi akan menjadi fungsi tidak hanya dari teknik bedah dan keterampilan ahli bedah tetapi juga dari teknik pencitraan VCUG tertentu.

Sebelum pemeriksaan berlangsung dilakukan pengosongan kandung kemih terlebih dahulu dan pada pemeriksaan ini menggunakan kateter non-balon kecil. Alexander dkk, memverifikasi bahwa volume kandung kemih pada awal VUR merupakan faktor risiko independen untuk ISK demam. Sedasi dapat digunakan selama efeknya tidak mengubah fase berkemih. Namun, edukasi kepada pasien dan orang tua sangat penting agar pemeriksaan VCUG dapat berjalan dengan lancar, serta pentingnya kenyamanan ruangan pemeriksaan untuk meminimalkan stress pada pasien.

Di dalam ruang pemeriksaan orang tua pasien diberikan penjelasan prosedur pemeriksaan *voiding cystourethrography* (VCUG) berlangsung dan mengisi *inform consent* sebagai tanda bahwa keluarga pasien setuju untuk dilakukannya tindakan pemeriksaan VCUG. Orang tua pasien diminta untuk mendampingi anaknya agar sang anak dapat tenang dan tidak merasa ketakutan saat berjalanya pemeriksaan. Prinsip ALARA (*as low as reasonably achievably*) / *image Gently Principle*. Pengamatan *immobilization* juga penting untuk diperhatikan. Sebelum pemeriksaan dilakukan pasien dianjurkan untuk berkemih di kamar mandi. Setelah berkemih masukan kateter non-balon kecil yang sesuai dengan usia (3,5-8 french) dengan menggunakan teknik steril. Sebelum memasukan kateter diusahakan untuk cuci tangan terlebih dahulu dan gunakan sarung tangan steril, kemudian

bersihkan daerah perimeatal dengan larutan antiseptik dan masukkan kateter secara perlahan. Penggunaan lidokain atau gel anastesi dapat menyebabkan ketidaknyamanan. Pada anak laki-laki, gel lidokoin ditanamkan kedalam *uretra*. Gel lidokain pada bantalan kasa dapat diterapkan pada daerah interlabial pada anak perempuan, diikuti dengan penanaman gel kedalam *uretra*.

Penempatan kateter difasilitasi dengan identifikasi yang jelas dari *meatus uretra*, dan eksposur sering difasilitasi oleh asisten untuk anak perempuan. Kumpulkan *urine* dalam wadah steril dan catat PVR. Ukur *urine* sisa *post void* (PVR) dalam milliliter. Kemudian dapatkan *scout* gambar *Anterior-Posterior* (AP) tunggal yang menutupi ginjal, *ureter*, dan kandung kemih. Pengisian kandung kemih dilakukan secara *retrograde* dengan media kontras sesuai suhu tubuh. Media kontras yang digunakan yaitu *iothalamate maglumine (cysto-conray 17%, Mallinckrodt pharmaceuticals)* dan *diatrizoate meglumine (cystografin, bracco diagnostic, Monroe township, NJ)*. Selama pengisian, dapatkan beberapa gambar titik AP, *right and left oblique, and lateral position*. Isi kandung kemih sampai terjadi pengosongan dan hentikan aliran media kontras. Dapatkan gambaran berkemih dari *uretra*. Isi ulang kandung kemih sampai terjadi pengosongan, kemudian dapatkan gambaran pasca berkemih dari ginjal dan kandung kemih. selanjutnya rekam jumlah media kontras maksimum yang digunakan.

Hasil penilaian *vesicoureteral reflux* (VUR) yaitu: derajat I: *ureter*; derajat II: *ureter*, *pelvis*, dan kaliks, tidak ada dilatasi, forniks kaliks normal; derajat III: dilatasi ringan atau sedang dan atau berliku-liku *ureter* dan dilatasi ringan atau sedang *pelvis* ginjal, tidak ada atau hanya sedikit tumpul pada forniks; derajat IV: dilatasi sedang *pelvis* ginjal dan *kaliks*, menumpulkan sudut tajam forniks tetapi mempertahankan kesan papiler disebagian besar

kaliks; derajat V: dilatasi kasar dan liku-liku *ureter*, dilatasi parah dari *pelvis* ginjal dan *kaliks*, kesan *papiler* tidak lagi terlihat disebagian besar *kaliks*.

e. Kesimpulan

Voiding Cystourethrography (VCUG) adalah tes yang sering dilakukan untuk mendiagnosis berbagai kondisi urologis, seperti *vesicoureteral reflux* (VUR). VCUG bertujuan untuk menggambarkan saluran kemih, termasuk *uretra*, kandung kemih, *ureter*, dan ginjal, selama pengisian dan pengosongan kandung kemih. *American Academ of Pediatric* (AAP) merekomendasikan VCUG untuk anak-anak antara 2 dan 24 bulan dengan infeksi saluran kemih (ISK).

4.2.4 Ekstrasi Jurnal

Berikut ini adalah ekstraksi jurnal terkait teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux* ditunjukan oleh tabel 4.1:

Tabel 4.1 Ekstrasi jurnal pertama

Nama Penelitian	Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Kazuyoshi Johnin, Kenichi Kobayashi, Teruhiko Tsuru, Tetsuya Yoshida, Susumu Kageyama dan Akihiro Kawauchi	2019	<i>Pediatric voiding cystourethrography : An essential examination for urologists but a terrible experience for children.</i>	Untuk memberikan informasi tentang penilaian VUR, serta kelainan anatomis, seperti <i>diverticulum</i> , <i>trabekulasi</i> , katup <i>ureterokel</i> , katup <i>uretra posterior</i> , katup <i>uretra anterior</i> , dan <i>stenosis uretra</i> .	Penelitian pada jurnal ini menggunakan pendekatan observasional.	Pada jurnal ini pasien dalam keadaan ISK demam yang menunjukkan VUR derajat bilateral tanpa jaringan parut ginjal. Media kontras yang digunakan yaitu <i>iodine</i> tanpa adanya pengenceran. Prevalensi VUR dilaporkan 27-51% untuk saudara kandung dan 66% untuk penularan dari orang tua ke anak. Onset VUR pada >35% prediksi kapasitas kandung kemih dikaitkan dengan peningkatan risiko ISK demam yang meningkat secara signifikan. Dapatkan gambaran <i>Antero Posterior</i> (AP), untuk perempuan, <i>lateral</i> dan <i>oblique</i> untuk laki-laki. Serta gambaran berkemih dan pasca berkemih.

Tabel 4.2 Ekstrasi jurnal kedua

Nama Penelitian	Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Dr. MD Khizer Razak dan Dr. Sudhakar R	2019	<i>A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children.</i>	1. Untuk membandingkan efikasi DRCG dalam mendeteksi VUR dibanding dengan VUCG (VUCG diambil sebagai standar acuan) 2. Untuk mengusulkan penelitian VUR yang layak pada DRCG.	Desain penelitian ini adalah sebuah studi <i>cross-sectional</i> prospektif yang melibatkan 54 anak. Kriteria inklusi adalah: anak-anak kurang dari 12 tahun dievaluasi untuk VUR; kultur <i>urine</i> steril pada saat tes dan kedua tes dilakukan dalam waktu 24 jam satu sama lain (studi hari yang sama). Data demografi, keluhan yang muncul, didiagnosis sementara dan keberadaan & derajat <i>reflux</i> pada kedua tes didokumentasikan.	<i>Voiding Cystourethrography</i> (VCUG) dianggap sebagai standar emas dalam mendeteksi <i>vesicoureteral reflux</i> (VUR). Media kontras yang digunakan yaitu <i>urograffin</i> 76% dengan rasio 1:4. VUR terdeteksi pada total 32/108 unit ginjal (35%) pada 21 pasien. Dari jumlah tersebut 15 laki-laki dan 6 perempuan; VUR bilateral pada 11 (22 unit ginjal) dan uni lateral pada 10 (10 unit ginjal) pasien. Laki-laki didominasi pada <i>reflux</i> unilateral (7/10 pasien) dan bilateral (8/10 pasien) yang mencerminkan distribusi kasus berdasarkan jenis kelamin secara keseluruhan. Proyeksi yang digunakan pada pemeriksaan <i>voiding cystourethrography</i> yaitu AP, <i>oblique</i> , dan <i>post void</i> jika diperlukan.

Tabel 4.3 Ekstrasi jurnal ketiga

Nama Penelitian	Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Dominic Frimberger, Stuart B. Bauer, Mark P. Cain, Saul P. Greenfield, Andrew J. Kirsch, Faridali Ramji, Maria-Gisela Mercado-Deane, Christoper S. Cooper.	2016	<i>stablishing a standard protocol for the voiding cystourethrography</i>	Untuk mendiagnosis berbagai kondisi urologis, seperti <i>vesicoureteral reflux</i> .	Metode penelitian pada jurnal ini menggunakan penelitian kualitatif. Data yang diperoleh pada jurnal ini yaitu anak-anak antara 2 dan 24 bulan dengan infeksi saluran kemih (ISK).	<i>Voiding Cystourethrography</i> (VCUG) adalah tes yang sering dilakukan untuk mendiagnosis berbagai kondisi urologis, seperti <i>vesicoureteral reflux</i> (VUR). Media kontras yang digunakan yaitu <i>iothalamate maglumine</i> dan <i>diatrizoate maglumine</i> . 183 pasien setelah terapi injeksi <i>urter</i> invasif minimal, 60% pasien dengan hasil VCUG positif pasca operasi tidak menunjukkan VUR sampai kandung kemih terisi melebihi kapasitas kandung kemih yang disesuaikan dengan usia. Dapatkan gambar pada titik AP, <i>right and left oblique lateral</i> , dan <i>post void</i> .

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Persamaan dan Perbedaan Jurnal

Berdasarkan hasil *review* dari *literature* yang penulis lakukan dengan tema “Teknik Pemeriksaan *Pediatric Voiding Cystourethrography* dalam Mendiagnosa *Vesicoureteral Reflux*”. Pada Karya Tulis Ilmiah (KTI) ini, penulis menggunakan tiga sumber pustaka yaitu jurnal internasional. Persamaan dan perbedaan pada ketiga jurnal tersebut yaitu:

Tabel 5.1 Persamaan dan Perbedaan Jurnal

No	Nama Jurnal	Aspek	
		Persamaan Jurnal	Perbedaan Jurnal
1	<i>Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children</i> (Johnin dkk, 2019).	Membahas tentang teknik pemeriksaan <i>pediatric voiding cystourethrography</i> dalam mendiagnosa <i>vesicoureteral reflux</i> . Serta kateter yang digunakan dalam pemeriksaan yaitu kateter non balon kecil.	Media kontras yang digunakan yaitu media kontras tanpa adanya pengenceran (<i>iodinasi</i>). Proyeksi yang digunakan AP, <i>lateral</i> , <i>oblique</i> , pengambilan gambar saat berkemih dan pasca berkemih.
2	<i>A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children</i> (Razak & Sudakar, 2019).	Membahas tentang teknik pemeriksaan <i>pediatric voiding cystourethrography</i> dalam mendiagnosa <i>vesicoureteral reflux</i> . Serta kateter yang digunakan dalam pemeriksaan yaitu kateter non balon kecil.	Media kontras yang digunakan yaitu media kontras encer (<i>Urograffin</i> 76% dengan rasio 1: 4). Proyeksi yang digunakan AP, <i>oblique</i> , dan <i>post void</i> .
3	<i>Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography</i> (Frimberger dkk, 2016).	Membahas tentang teknik pemeriksaan <i>pediatric voiding cystourethrography</i> dalam mendiagnosa <i>vesicoureteral reflux</i> . Serta kateter yang digunakan dalam pemeriksaan yaitu kateter non balon kecil.	Media kontras yang digunakan yaitu <i>iothalamate</i> maglumine (<i>cysto-conray</i> 17%, <i>Mallinckrodt pharmaceuticals</i>) dan <i>diatrizoate meglumine</i> (<i>cystografin</i> , <i>bracco diagnostic</i> , <i>Monroe township, NJ</i>) sesuai dengan suhu tubuh. Proyeksi yang digunakan yaitu AP, <i>right and left oblique</i> , <i>lateral</i> , <i>post void</i> .

- a. Jurnal pertama ditulis oleh Johnin dkk (2019)

Jurnal pertama dengan judul "*Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children*" yang ditulis oleh Johnin dkk (2019). Jurnal ini diterbitkan oleh *Journal Internasional of Urologi* dengan nomor ISSN: 1442-2042 atau doi: 10.1111/iju.13881.

Persamaan jurnal ini dengan kedua jurnal yang lain yaitu sama-sama membahas tentang teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux*, serta kateter yang digunakan dalam pemeriksaan yaitu kateter non balon kecil. Sedangkan perbedaan jurnal ini dengan kedua jurnal yang lain yaitu pada jurnal ini media kontras yang digunakan media kontras tanpa adanya pengenceran (*iodinasi*). Serta proyeksi yang digunakan yaitu AP, *lateral*, *oblique*, pengambilan gambar saat berkemih dan pasca berkemih.

- b. Jurnal kedua ditulis oleh Razak & Sudakar (2019)

Jurnal kedua dengan judul "*A prospective study comparing direct radiomucide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children*" yang ditulis oleh Razak & Sudakar (2019). Jurnal ini diterbitkan oleh *International Journal of Multidisciplinary Trends* dengan nomor ISSN: 2709-9369 / P-ISSN: 2709-9350.

Persamaan jurnal ini dengan kedua jurnal yang lain yaitu sama-sama membahas tentang teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux*, serta kateter yang digunakan dalam pemeriksaan yaitu kateter non balon kecil. Sedangkan perbedaan jurnal ini dengan kedua jurnal yang lain yaitu media kontras yang digunakan adalah media kontras encer (*Urograffin 76%* dengan rasio 1: 4). Proyeksi yang digunakan pada jurnal ke dua yaitu proyeksi AP, *oblique*, dan *post void*.

c. Jurnal ketiga ditulis oleh Frimberger dkk (2016)

Jurnal ketiga dengan judul "*Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography*" yang ditulis oleh Frimberger dkk (2016). Jurnal ini diterbitkan oleh *Journal of Pediatric Urology* dengan nomor print ISSN: 0031-4005, Online ISSN: 1098-4275, DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2590>.

Persamaan jurnal ini dengan kedua jurnal yang lain yaitu sama-sama membahas tentang teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux*, serta kateter yang digunakan dalam pemeriksaan yaitu kateter non balon kecil. Sedangkan perbedaan jurnal ini dengan kedua jurnal yang lain yaitu media kontras yang digunakan adalah *iothalamate maglumine (cysto-conray 17%, Mallinckrodt pharmaceuticals)* dan *diatrizoate meglumine (cystografin, bracco diagnostic, Monroe township, NJ)* sesuai dengan suhu tubuh. Serta proyeksi yang digunakan yaitu *Antero Posterior (AP), right and left oblique, lateral, post void*.

5.2 Kekurangan dan Kelebihan Jurnal

Berikut merupakan kekurangan dan kelebihan dari masing-masing jurnal yang ditulis oleh Johnin dkk (2019), Razak & Sudakar (2019), Frimberger dkk (2016) yaitu :

Tabel 5.2 Kekurangan dan Kelebihan Jurnal

No	Nama Judul	Aspek	
		Kekurangan Jurnal	Kelebihan Jurnal
1	<i>Pediatric voiding cystourethrography : An essential examination for urologists but a terrible experience for children</i> (Johnin dkk, 2019).	Pemeriksaan <i>voiding cystourethrography</i> dapat menyebabkan pasien mengalami kesusahan dan kecemasan saat pemeriksaan berlangsung. Kateterisasi adalah prosedur yang paling menyusahkan, karena anak-anak biasanya tidak cukup rileks untuk berkemih selama VCUG.	Pemeriksaan <i>voiding cystourethrography</i> adalah alat yang paling penting dalam urologi <i>pediatric</i> untuk pemeriksaan saluran urogenital bagian bawah. Pemeriksaan ini memberikan informasi tentang penilaian <i>vesicoureteral reflux</i> serta kelainan anatomis. Proyeksi yang dijelaskan pada jurnal sangat lengkap.

2	<i>A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children</i> (Razak & Sudakar, 2019).	Pada jurnal ini tidak mencantumkan hasil gambaran radiograf dari pemeriksaan <i>voiding cystourethrography</i> pasien. Pemeriksaan <i>voiding cystourethrography</i> dapat mengakibatkan pasien mengalami kecemasan dan stress. penggunaan proyeksi pada jurnal ini tidak dijelaskan secara rinci.	Pemeriksaan <i>voiding cystourethrography</i> adalah metode konvensional dan paling diterima dan umumnya dianggap sebagai standar referensi untuk mendiagnosis <i>vesicoureteral reflux</i> . Pemeriksaan ini dapat memberikan gambaran anatomi yang baik dan sangat penting dalam pencitraan anomaly struktural <i>katup uretra posterior</i> dan memberikan penilaian yang akurat.
3	<i>Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography</i> (Frimberger dkk, 2016).	Pemeriksaan <i>voiding cystourethrography</i> dapat mengakibatkan pasien mengalami ketakutan dan stress pada saat pemeriksaan berlangsung.	Prosedur pemeriksaan <i>voiding cystourethrography</i> dijelaskan secara rinci. Pemeriksaan <i>voiding cystourethrography</i> adalah tes yang diterima di lembaga nasional dan internasional untuk mendiagnosis <i>vesicoureteral reflux</i> . VCUG dapat menggambarkan saluran kemih, termasuk <i>uretra</i> , kandung kemih, <i>ureter</i> dan ginjal.

a. Jurnal pertama yang ditulis oleh Johnin dkk (2019)

Jurnal pertama dengan judul "*Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children*" yang ditulis oleh Johnin dkk (2019). Jurnal ini diterbitkan oleh *Journal Internasional of Urologi* dengan nomor ISSN: 1442-2042 atau doi: 10.1111/iju.13881.

Kekurangan jurnal ini menurut penulis yaitu pemeriksaan *voiding cystourethrography* dapat menyebabkan pasien mengalami kesusahan dan kecemasan saat pemeriksaan berlangsung. Kateterisasi adalah prosedur yang paling menyusahkan, karena anak-anak biasanya tidak cukup rileks

untuk berkemih selama VCUG. Sedangkan kelebihan jurnal ini yaitu pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah alat yang paling penting dalam urologi *pediatric* untuk pemeriksaan saluran urogenital bagian bawah. Pemeriksaan ini memberikan informasi tentang penilaian *vesicoureteral reflux* serta kelainan anatomis. Proyeksi yang dijelaskan pada jurnal sangat lengkap.

b. Jurnal kedua yang ditulis oleh Razak & Sudakar (2019)

Jurnal kedua dengan judul "*A prospective study comparing direct radiomucclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children*" yang ditulis oleh Razak & Sudakar (2019). Jurnal ini diterbitkan oleh *International Journal of Multidisciplinary Trends* dengan nomor ISSN: 2709-9369 / P-ISSN: 2709-9350.

Kekurangan pada jurnal kedua yaitu jurnal ini tidak mencantumkan hasil gambaran radiograf dari pemeriksaan *voiding cystourethrography* pasien. Pemeriksaan *voiding cystourethrography* dapat mengakibatkan pasien mengalami kecemasan dan stress. penggunaan proyeksi pada jurnal ini tidak dijelaskan secara rinci. Sedangkan kelebihan dari jurnal ini yaitu pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah metode konvensional dan paling diterima dan umumnya dianggap sebagai standar referensi untuk mendiagnosis *vesicoureteral reflux*. Pemeriksaan ini dapat memberikan gambaran anatomi yang baik dan sangat penting dalam pencitraan anomaly struktural *katup uretra posterior* dan memberikan penilaian yang akurat.

c. Jurnal ketiga yang ditulis oleh Frimberger dkk (2016)

Jurnal ketiga dengan judul "*Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography*" yang ditulis oleh Frimberger dkk (2016). Jurnal ini diterbitkan oleh *Journal of Pediatric Urology* dengan nomor print ISSN: 0031-4005, Online ISSN: 1098-4275, DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2590>.

Kekurangan jurnal ketiga yaitu pada jurnal ini pemeriksaan *voiding cystourethrography* dapat mengakibatkan pasien mengalami ketakutan dan stress pada saat pemeriksaan berlangsung. Sedangkan kelebihan dari jurnal ini yaitu pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah tes yang diterima di lembaga nasional dan internasional untuk mendiagnosis *vesicoureteral reflux*. VCUG dapat menggambarkan saluran kemih, termasuk *uretra*, kandung kemih, *ureter* dan ginjal. Prosedur pemeriksaan *voiding cystourethrography* dijelaskan secara rinci.

5.3 Analisis Jurnal

Menurut Cubillos dan Klionsky (2014), persiapan alat dan bahan pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah pesawat *fluoroscopy*, *imaging plate* sesuai kebutuhan, media kontras *iodine*, kateter tipis tanpa balon (kateter 8-French), infus untuk penempatan media kontras, klem, serta sedasi untuk kemungkinan pasien mengalami kesulitan atau kecemasan yang cukup parah.

Pemeriksaan *voiding cystourethrography* menurut teori (Lampignano & Kendrick, 2018) umumnya dilakukan dengan posisi pasien *supine*, terkadang dilakukan dengan posisi pasien *erect* agar memudahkan pasien untuk *miksi*. Pada pasien wanita umumnya dilakukan dengan posisi *Antero Posterior* (AP) dan *oblique*. Pada pasien pria umumnya dilakukan dengan posisi 30° *Right Posterior Oblique* (RPO). Foto diambil ketika kandung kemih dalam keadaan terisi penuh oleh media kontras dan ketika *miksi*, karena pada saat itu, akan terlihat ada atau tidaknya *vesicoureteral reflux*.

Menurut jurnal pertama yang ditulis oleh Johnin dkk (2019), persiapan alat dan bahan pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah pesawat *fluoroscopy*, media kontras, spuit, immobilisasi, kateter non-balon kecil (3,5-5-Fr), dan infus. Persiapan pasien pada jurnal ini tidak dijelaskan. Media kontras yang digunakan yaitu media kontras *iodinasi* tanpa adanya pengenceran. Pengisian media kontras *iodinasi* dilakukan secara *retrograde* dengan media kontras sesuai pada suhu tubuh. Proyeksi yang digunakan pada saat pemeriksaan *voiding cystourethrography* yaitu proyeksi

AP polos, AP post kontras, kemudian dilakukan proyeksi AP *uretra* untuk perempuan, dan *lateral & oblique* untuk laki-laki. Kemudian dapatkan gambaran berkemih dan pasca berkemih dari ginjal dan kandung kemih.

Menurut jurnal kedua yang ditulis oleh Razak & Sudakar (2019), persiapan alat dan bahan pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah pesawat *fluoroscopy*, kateter non-balon kecil, gel lidokoin dan media kontras. Media kontras yang digunakan yaitu media kontras encer (*Urograffin* 76% dengan rasio 1:4) sesuai suhu tubuh. Pemasukan media kontras dilakukan secara *retrograde*. Pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* proyeksi yang di gunakan yaitu proyeksi AP, *oblique*, dan *post void* jika diperlukan.

Menurut jurnal ketiga yang ditulis oleh Frimberger dkk (2016), persiapan alat dan bahan pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* adalah pesawat *fluoroscopy*, sarung tangan, media kontras, gel lidokoin, kateter non-balon kecil sesuai dengan usia (3,5-8 french) dan sedasi jika diperlukan. Sebelum pemeriksaan berlangsung dilakukan pengosongan kandung kemih terlebih dahulu. Pengisian media kontras dilakukan secara *retrograde* dengan media kontras sesuai suhu tubuh. Media kontras yang digunakan yaitu *iothalamate maglumine (cysto-conray 17%, Mallinckrodt pharmaceuticals)* dan *diatrizoate meglumine (cystografin, bracco diagnostic, Monroe township, NJ)*. Pada pemeriksaan ini proyeksi yang digunakan yaitu proyeksi AP polos, AP post kontras, *right and left oblique*, dan proyeksi *lateral*. Kemudian dapatkan gambaran pasca berkemih dari ginjal dan kandung kemih.

Teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dalam mendiagnosa *vesicoureteral reflux* umumnya tidak memerlukan persiapan khusus. Pasien hanya diinstruksikan untuk mengosongkan kandung kemih dan dilakukan pemasangan kateter. Media kontras yang digunakan yaitu media kontras *iodine*. Media kontras yang dialirkan harus hangat sesuai suhu tubuh, yang dimasukkan ke tubuh pasien berlawanan dengan aliran darah. Umumnya posisi pasien saat pemeriksaan yaitu *supine*. Proyeksi yang digunakan yaitu AP polos, AP post kontras, *oblique, lateral*, dan proyeksi AP

post void. Pada pasien *pediatric* biasanya terdapat penanganan khusus yang diberikan agar pasien tidak mengalami kecemasan dan rasa takut. Penanganan pada pasien *pediatric* biasanya dilakukan dengan cara menyediakan video kartun favorit, video game, ponsel pintar, dan barang-barang pribadi yang mampu mengalihkan perhatian pasien selama pemeriksaan berlangsung.

Berdasarkan pengamatan penulis dari ketiga jurnal, dapat disimpulkan bahwa sebelum pemeriksaan berlangsung pasien diinstruksikan untuk mengosongkan kandung kemih terlebih dahulu. Media kontras yang digunakan yaitu media kontras *iodine*. Media kontras yang akan diberikan tergantung pada kapasitas kandung kemih. Media kontras yang dialirkan harus hangat sesuai suhu tubuh dengan perbandingan 1:4, karena dengan cairan dingin dapat membuat kandung kemih mengeluarkan *urine* dengan volume yang kecil atau kencingnya tidak tuntas. Media kontras dimasukkan ke tubuh pasien berlawanan dengan aliran darah, metode ini disebut metode *retrograde urography*. Proyeksi umum yang digunakan pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* yaitu proyeksi AP polos yang bertujuan untuk melihat keadaan umum pasien. Umumnya posisi pasien yang digunakan yaitu *supine*. Selanjutnya proyeksi AP post kontras untuk melihat media kontras mengisi kandung kemih, kemudian dilakukan proyeksi *lateral*, proyeksi *oblique* kanan atau *oblique* kiri yang bertujuan untuk memastikan ada atau tidaknya *vesicoureteral reflux*, serta *post void* untuk melihat sisa media kontras didalam kandung kemih. Pengambilan gambar pada saat *miksi* seharusnya dilakukan karena untuk melihat kontraksi dan sumbatan saat pasien miksi, dan untuk melihat apakah pasien bisa melakukan buang air kecil tanpa harus menggunakan bantuan kateter.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan *literature review* dari ketiga jurnal yang ditulis oleh Johnin dkk (2019), Razak & Sudakar (2019), dan Frimberger dkk (2016) yang penulis gunakan sebagai sumber Karya Tulis Ilmiah (KTI) mengenai teknik pemeriksaan *voiding cystourethrography* didapatkan kesimpulan yaitu :

Teknik pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* dengan klinis *vesicoureteral reflux* dilakukan dengan edukasi kepada keluarga pasien dan pasien tentang prosedur pemeriksaan *voiding cystourethrography*. Pemeriksaan *voiding cystourethrography* tidak diperlukan persiapan khusus, pasien hanya diinstruksikan untuk mengosongkan kandung kemih sebelum pemeriksaan dimulai dan pemasangan kateter. Alat dan bahan yang digunakan seperti pesawat *fluoroscopy*, sarung tangan, media kontras, gel lidokoin, kateter non-balon kecil Media kontras yang digunakan yaitu media kontras *iodine* yang dienceran dengan perbandingan 1:4. Media kontras yang dimasukkan tergantung pada kapasitas kandung kemih. Media kontras dimasukan ke tubuh pasien berlawanan dengan aliran darah (*retrograde urography*). Proyeksi yang digunakan pada pemeriksaan *voiding cystourethrography* yaitu AP polos. Umumnya posisi pasien yang digunakan yaitu *supine*. AP post kontras, *oblique*, dan lateral. Kemudian proyeksi AP *post void* untuk melihat sisa media kontras didalam kandung kemih.

6.2 Saran

Pada pemeriksaan *pediatric voiding cystourethrography* lebih baik menggunakan media kontras *iodine* yang hangat sesuai suhu tubuh, karena apabila menggunakan cairan dingin dapat menyebabkan kandung kemih mengeluarkan *urine* dengan volume yang kecil atau kencingnya tidak tuntas.

Dan sebaiknya pengambilan gambar pada saat *miksi* dilakukan karena untuk melihat kontraksi dan sumbatan saat pasien miksi, dan untuk melihat apakah pasien bisa melakukan buang air kecil tanpa harus menggunakan bantuan kateter.



DAFTAR PUSTAKA

1. Akbar, N. dan Rodjani, A. 2010. *The Management of Vesicoureteral Reflux in Children, Peditrica Indonesian*, Vol 50, no. 5, hal. 1-10
2. A.L. Beart, L., M. Knauth, G., Sartor, H. (2016). *Medical Radiology Pediatric Uroradiology* (2nd Revise).
3. Brandy, C., Dyer, R., & Zagoria, R. J (2016). *Gonitourinary Imaging* (Third Edit0. ELSEVIER.
4. Chemaly AK, Aoun R, Feghali J, Mourani C, Moukarzel M, 2015. *Mini-Review on Pathogenesis and Diagnosis of Vesiciureteral Reflux in Children. Urology & Nephrology Open Acces Journal* 2015
5. Cubillos, Jimena dan Nina Klionsky. 2014. *Principles of Voiding Cystourethrography (VCUG). Pediatric and Adolescent Urologic Imaging*. 5: 67-88.
6. Dorland, W. A. Newman. 2012. *Kamus Kedokteran Dorland*: Edisi 28. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
7. Frimberger, D. Bauer, SB. Cain, MP. Greenfield, SP. Kirsch, AJ. Ramji, F. Deane, MG. & Cooper, CS. (2016). *Establishing a Standard Protocol for the Voiding Cystourethrography*, n0. 12, hal 362-366
8. Hariadi, Fachrizal DR. Faisal, M. A. D. (2012). *Buku Panduan Praktikum Anatomi UROGENITALIA*.
9. Jain, A., & Agnihotri, S. (2017). *Spectrum of Micturating Cystouretrogram*
10. Johnin, K., Kobayashi, K., Tsuru., T., Yoshida, T., & Kageyama, S. (2019). *Pediatric voiding cystourethrography : An essential examination for urologists but a terrible experience for children.*
<https://doi.org/10.1111/iju.13881>
11. J. Waschke, F. Paulsen. (2012). *Sobotta Atlas Anatomi Manusia*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
12. Kowalczyk, N. & Mace, J. D. (2017). *Radiological Prosedures (A Guideline)* (Third Edit). Arya Publication.
13. Lampignano, J. P. and Kendrick, L. E. (2018) *Textbook of Radiographic Potioning and Related Anatomy*. Ninth
14. Long, B. W., Rollins, J.H. and Smith, B. J. (2016) *Merrill's Atlas of Radiographic Potioning and Procedures Vol 2*. Thirteenth. Elsevier. doi: 10.1360/zd-2013-43-6-1064
15. Monash Chindren's Hospital. (n.d.). *Micturating Cystourethrogram*.
16. Muttaqin, A & Sari, K. (2014). *Asuhan Keperawatan Gangguan Sistem Perioperatif*. Jakarta: salemba Medika
17. Ngo, Anh-Vu dkk. 2013. *Voiding Cystourethrography Revisited: Descriptive Statistics for the Detection of Vesicoureteral Reflex. American Journal of Roentgenology: Pediatric Imaging*. 200:963-968.
18. Notoatmodjo. (2015). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta.
19. Nursalam. (2011). *Konsep dan penerapan metodologi penelitian ilmu keperawatan*. Jakarta : Salemba Medika.
20. Purnomo, B.B. 2011 Refluks Vesiko Ureter. *Dasar – dasar Urologi*. Ed.ke-3, hal 212-219, Sagung Seto : Malang
21. Purnomo, B. B. (2016). *Dasar-Dasar Urologi (Ketiga)*. Sagung Seto
22. Rasad, S. (2015) *Radiologi Diagnostik*. Kedua
23. Razak, K. dan R, Sudhakar. (2019). *A Prospective Study Comparing Direct*

- Radionuclide Cystography with Voiding Cystourethrography in the Detection and Grading of Vesicoureteric Reflux in Children*, 1(1),30-38
24. Reister, M. F., Hricak, H., Knauth, M., Thomsen, H. S., & Webb, J. A. W. (2014)
 25. Riccabona, M. (2018). *Pediatric Urogenital Radiology* (Third Edit). Springer.
 26. Saputra, Lyndon. 2014. *Buku Saku Keperawatan Pasien dengan Gangguan Fungsi Kardiovaskuler*. Tangerang Selatan: Binarupa Aksara Publish.
 27. Speck, U., & Aspects, P. (2018). *X-Ray Contrast Media* (5. Auflage). Springer.
 28. Stanford Children's Health. 2020. *Anatomy and Function of the Urinary System*: <https://www.stanfordchildrens.org/en/topic/default?id=anatomy-of-the-urinary-system-85-P01468>. Diakses
 29. Sugiyono (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Method)*. Bandung: Alfabeta.
 30. Syaifuddin. 2011, *Anatomi Fisiologi: Kurikulum Berbasis Kompetensi untuk Keperawatan dan Kebidanan Edisi 4*. Jakarta: EGC.
 31. Watson, N., & Jones, H. (2018). *Chapman & Nakielny's Guide To Radiological Procedures* (N. Watson & H. Jones (eds.); Sevent Ed). ELSEVIER.
 32. Wijaya, A. T., & Atmadja, B. (2016). *NEFROPATI AKIBAT KONTRAS Risk Identification and Prevention of Contrast-Induced Nephropathy*. 2 (September 2016), 52-58.
 33. Wylie, L. 2011. *Esesnsial Anatomi & Fisiologi dalam Asuhan Maternitas*. Jakarta: Buku Kedokteran EG

FORMULIR EKSTRAKSI

Tabel 1 Formulir Ekstraksi Jurnal 1

Tipe Artikel	Jurnal
Nama Peneliti	Kazuyoshi Johnin, Kenichi Kobayashi, Teruhiko Tsuru, Tetsuya Yoshida, Susumu Kageyama dan Akihiro Kawauchi
Tahun Terbit Jurnal	2019
Judul	<i>Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children.</i>
No ISSN/ISBN	ISSN: 1442-2042 doi: 10.1111/iju.13881.
Cakupan Jurnal	Internasional
Tujuan Penelitian	Untuk memberikan informasi tentang penilaian VUR, serta kelainan anatomis, seperti <i>diverticulum</i> , <i>trabekulasi</i> , <i>ureterokel</i> , <i>katup uretra posterior</i> , <i>katup uretra anterior</i> , dan <i>stenosis uretra</i> .
Kata Kunci	<i>Child</i> , <i>vesicoureteral reflux</i> , <i>voiding cystourethrography</i> .
Metodologi Penelitian	Penelitian pada jurnal ini menggunakan pendekatan observasional.
Hasil Penelitian	Pada jurnal ini pasien dalam keadaan ISK demam yang menunjukkan VUR derajat bilateral tanpa jaringan parut ginjal. Pemeriksaan <i>voiding cystourethrography</i> memberikan informasi tentang penilaian VUR, serta kelainan anatomis, seperti <i>diverticulum</i> , <i>trabekulasi</i> , <i>ureterokel</i> , <i>katup uretra posterior</i> , <i>katup uretra anterior</i> , dan <i>stenosis uretra</i> . Prevalensi VUR dilaporkan 27-51% untuk saudara kandung dan 66% untuk penularan dari orang tua ke anak. Onset VUR pada >35% prediksi kapasitas kandung kemih dikaitkan dengan peningkatan risiko ISK demam yang meningkat secara signifikan.

Tabel 2 Formulir Ekstraksi Jurnal 2

Type Artikel	Jurnal
Nama Peneliti	Dr. MD Khizer Razak dan Dr. Sudhakar R
Tahun Terbit Jurnal	2019
Judul	<i>A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children.</i>
No ISSN/ISBN	ISSN: 2709-9369 / P-ISSN: 2709-9350.
Cakupan Jurnal	Internasional
Tujuan Penelitian	1. Untuk membandingkan efikasi DRCG dalam mendeteksi VUR dibanding dengan VUCG (VUCG diambil sebagai standar acuan) 2. Untuk mengusulkan penelitian VUR yang layak pada DRCG.
Kata Kunci	<i>Scintigraphy, pediatric, imaging, grading, reflux</i>
Metodologi Penelitian	Desain penelitian ini adalah sebuah studi cross-sectional prospektif yang melibatkan 54 anak. Kriteria inklusi adalah : anak-anak kurang dari 12 tahun dievaluasi untuk VUR; kultur <i>urine</i> steril pada saat tes dan kedua tes dilakukan dalam waktu 24 jam satu sama lain (studi hari yang sama). Data demografi, keluhan yang muncul, didiagnosis sementara dan keberadaan & derajat <i>reflux</i> pada kedua tes didokumentasikan.
Hasil Penelitian	<i>Voiding Cystourethrography (VCUG)</i> dianggap sebagai standar emas dalam mendeteksi <i>vesicoureteral reflux (VUR)</i> . VCUG dapat memberikan gambaran anatomi yang baik yang sangat penting dalam pencitraan anomaly struktural terkait (misalnya <i>katup uretra posterior</i>) dan memberikan penilaian yang akurat. VUR terdeteksi pada total 32/108 unit ginjal (35%) pada 21 pasien. Dari jumlah tersebut 15 laki-laki dan 6 perempuan; VUR bilateral pada 11 (22 unit ginjal) dan uni lateral pada 10 (10 unit ginjal) pasien. Laki-laki didominasi pada <i>reflux</i> unilateral (7/10 pasien) dan bilateral (8/10 pasien) yang mencerminkan distribusi kasus berdasarkan jenis kelamin secara keseluruhan.

Tabel 3 Formulir Ekstraksi Jurnal 3

Tipe Artikel	Jurnal
Nama Peneliti	Dominic Frimberger, Stuart B. Bauer, Mark P. Cain, Saul P. Greenfield, Andrew J. Kirsch, Faridali Ramji, Maria-Gisela Mercado-Deane, Christopher S. Cooper.
Tahun Terbit Jurnal	2016
Judul	<i>Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography</i>
No ISSN/ISBN	ISSN: 0031-4005, Online ISSN: 1098-4275 DOI: https://doi.org/10.1542/peds.2016-2590 .
Cakupan Jurnal	Internasional
Tujuan Penelitian	Untuk mendiagnosis berbagai kondisi urologis, seperti <i>vesicoureteral reflux</i> .
Kata Kunci	<i>Voiding cystourethrography; Vesicoureteral reflux; Patient safety; Standard protocol</i>
Metodologi Penelitian	Metode penelitian pada jurnal ini menggunakan penelitian kualitatif. Data yang diperoleh pada jurnal ini yaitu anak-anak antara 2 dan 24 bulan dengan infeksi saluran kemih (ISK).
Hasil Penelitian	<i>Voiding Cystourethrography</i> (VCUG) adalah tes yang sering dilakukan untuk mendiagnosis berbagai kondisi urologis, seperti <i>vesicoureteral reflux</i> (VUR). VCUG bertujuan untuk menggambarkan saluran kemih, termasuk <i>uretra</i> , kandung kemih, <i>ureter</i> , dan ginjal, selama pengisian dan pengosongan kandung kemih. 183 pasien setelah terapi injeksi <i>urter</i> invasif minimal, 60% pasien dengan hasil VCUG positif paska operasi tidak menunjukkan VUR sampai kandung kemih terisi melebihi kapasitas kandung kemih yang disesuaikan dengan usia.

Jurnal 1 : *Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children.*

Review Article

Pediatric voiding cystourethrography: An essential examination for urologists but a terrible experience for children

Kazuyoshi Johnin, Kenichi Kobayashi, Teruhiko Tsuru, Tetsuya Yoshida, Susumu Kageyama and Akihiro Kawauchi

Department of Urology, Shiga University of Medical Science, Otsu, Shiga, Japan

Abbreviations & Acronyms

AAP = American Academy of Pediatrics

ALARA = as low as reasonably achievable

AUA = American Urological Association

CAP = continuous antibiotic prophylaxis

CI = confidence interval

CKD = chronic kidney disease

CUTE = careful urinary tract infection evaluation

D-MRVCUG = direct MRVCUG

DMSA = dimercaptosuccinic acid

ESRD = end-stage renal disease

I-MRVCUG = indirect MRVCUG

MAG3 = ^{99m}Tc

mercaptosuccinylglycine

MRVCUG = magnetic resonance voiding cystourethrography

PHH = prenatal hydroureterosis

RIVUR = randomized intervention for children with vesicoureteral reflux

RNC = radionuclide cystography

SFU = Society for Fetal Urology

UCN = antenatal cystocentesis

UDR = ureteral diameter ratio

USG = ultrasonography

UTI = urinary tract infection

VCUG = voiding cystourethrography

VUR = vesicoureteral reflux

VURx = vesicoureteral reflux index

VUS = voiding urosonography

Abstract: Voiding cystourethrography is the most important fluoroscopic examination in pediatric urology for the investigation of lower urogenital tract diseases, such as vesicoureteral reflux or urethral stricture. However, this invasive procedure imposes a significant burden on children and their parents, and recently there has been a paradigm shift in the diagnosis and treatment of vesicoureteral reflux. In the 2011 revision, the American Academy of Pediatrics guidelines on urinary tract infection recommended abandoning routine voiding cystourethrography after the first febrile urinary tract infection. In 2014, the randomized intervention for children with vesicoureteral reflux study recommended discontinuation of routine continuous antibiotic prophylaxis for vesicoureteral reflux. The time is now ripe to radically reconsider indications for voiding cystourethrography and the procedure itself.

Key words: child, vesicoureteral reflux, voiding cystourethrography.

Introduction

VCUG is an important fluoroscopic tool in pediatric urology for the investigation of the lower urogenital tract. VCUG provides information on VUR grading,¹ as well as anatomical abnormalities, such as diverticulum, trabeculation, ureterocele, posterior urethral valve, anterior urethral valve and urethral stenosis. Just a few decades ago, identifying VUR to immediately initiate treatment to prevent UTI and minimize the risk of renal damage was problematic.^{2,3} Now that the natural history of VUR has become clearer, several treatment modalities have been introduced, but recently, the potential risks of overdiagnosis and overtreatment of low-risk VUR as well as follow-up VCUG and long-term CAP⁴ have been emphasized, and watchful waiting has been proposed as an option. Classically, CAP is offered as first-line treatment on the understanding that VUR might resolve spontaneously, but how long CAP must be continued before reflux resolution in the individual patient cannot be determined.¹

Although there are different situations regarding VCUG in each country, VCUGs are ordered by urologists, pediatric urologists, pediatricians, pediatric nephrologists and pediatric surgeons,⁵ but it is pediatric radiologists that commonly carry out and interpret VCUG.¹ Usually urologists then decide on surgery or observation. In some countries, including Japan, VCUG is mainly carried out by young urologists, but if they are inexperienced, patients experience more distress and anxiety.

VUR management has moved on from open UCN, endoscopic injection and laparoscopic/robotic-assisted UCN to watchful waiting with or without CAP.⁶

Case report: A representative example of VCUG in practice

A 4-month-old boy was hospitalized with febrile UTI, showing a bilateral grade 4 VUR without renal scarring. CAP was started soon after diagnosis despite his parents' concerns about resistance and tolerance. The parents requested annual VCUG, so that CAP could be terminated on VUR resolution. At the age of 4 years, he underwent his fifth VCUG. He cried and screamed in the examination suite, shocking his parents by his reaction. Thereafter, his parents decided for anti-VUR surgery to avoid any more follow-up VCUG. This case illustrates the anxiety and stress to patients and carers alike as a result of VCUG.⁹ In this article, we review and reconsider the performance of safer VCUG.

Correspondence: Kazuyoshi Johnin M.D., Ph.D., Department of Urology, Shiga University of Medical Science, Tsukinowa-cho, Seto, Otsu City, Shiga 520-2192, Japan. Email: johnin@bell.shiga-med.ac.jp

Received 19 October 2018;
accepted 14 November 2018.
Online publication 19 December 2018

CAP and VCUG

Although UTI recurrences are usually within 6 months of the first febrile UTI, watchful waiting with or without CAP is strongly recommended during this period.²⁰ Furthermore, CAP is recommended for children with VUR associated with bladder and bowel dysfunction because of the increased risk of UTI.¹¹ If patients with VUR start CAP, parents are usually worried about their VUR status. Therefore follow-up VCUG would be planned every 6–12 months. If CAP is discontinued, the results of follow-up VCUG will not alter VUR management according to the AUA guidelines.¹¹ Discontinuation of CAP has been reported as a safe option for managing persistent VUR in children after toilet training.¹² Patients with high-grade VUR rarely develop new scars after the first 5-year follow up. To prevent new renal scars, watchful waiting of high-grade VUR patients is recommended up to 5 years-of-age.¹³ Discontinuation of CAP before toilet training is completed, and watchful waiting without CAP is a safe alternative for patients with persistent non-dilated VUR.¹⁴ Because patients with persistent dilated VUR are prone to febrile UTI, antibiotic discontinuation must be carefully considered.^{12,20} Early discontinuation of CAP and watchful waiting without CAP might be helpful for patients and their parents, because yearly VCUGs are not always necessary.

Indications for VCUG

VCUG is indicated for evaluation of UTI, primary VUR, PNH, and lower urinary tract dysfunction including posterior urethral valve^{13,26} and neurogenic bladder. In the past, we have recommended full evaluation of VUR to prevent UTI-induced CKD, hypertension and ESRD. However, ESRD caused by reflux nephropathy is extremely rare, <0.0005%,¹⁷ and a systematic review concluded that children without structural kidney abnormalities after the first febrile UTI are not at significant risk of developing UTI-related CKD.¹⁸ Potentially, CKD could be related to high-grade VUR. Most ESRD patients with VUR have congenital reflux nephropathy, which is different from acquired renal parenchymal damage caused by febrile UTI, and is observed in patients with high-grade VUR.²⁰ Thus, it is essential to detect high-grade VUR as early as possible to prevent subsequent renal damage, and hence ordering a VCUG should be based on weighing up the potential risks and benefits.⁸

VUR is a familial disorder with several inheritance patterns, including autosomal dominant with incomplete penetrance, autosomal recessive, X-linked and polygenic. The prevalence of VUR was reported to be 27–51% for siblings and 66% for parent-to-child transmission.²⁰ If there are any USG abnormalities in asymptomatic siblings, VCUG is recommended. If siblings become symptomatic, such as having febrile UTI, VUR examination should be planned soon after treatment of the febrile UTI.²¹ Because most siblings are still asymptomatic according to the 2010 AUA VUR guidelines, an observational approach is recommended nowadays.²²

Approximately 15% (95% CI 10.9–20.7) of children with mild-to-moderate PNH are found to have VUR.²¹ These cases diagnosed after PNH have a high incidence of spontaneous resolution.²¹ VCUG is reserved for children with SFU

grade 3–4 PNH, hydroureter or bladder abnormalities on USG.^{13,20} SFU guidelines recommend CAP for all patients with moderate-to-severe hydronephrosis until VUR screening. VCUG should be carried out in all patients with bilateral grade 2–4 and unilateral grade 3–4 hydronephrosis.²⁴ According to the SFU, 3-year follow up of children with PNH showed that 60% underwent VCUG and 13% had VUR, of whom 4% underwent UCN.²³ VCUG should be reserved for patients who have UTI, dilated ureters and voiding symptoms with ureteral abnormalities.²⁶

VCUG is invasive for patients and distressing for parents

VCUG is painful and unpleasant, with urethral catheterization and voluntary voiding in public. After catheterization and filling the bladder with contrast medium, the patient must void in front of the X-ray camera, which causes anxiety for patients and families.^{8,27–29} More than half the children undergoing VCUG remember it as worse than VUR surgery.³⁰ This is an extremely humiliating experience for toilet-trained children, because they are educated to void in the restroom.³¹ At the AUA meeting of 2006, Professor Caldamone showed a slide illustrating these aspects of VCUG and suggested that repeated VCUG should be a “driving force for correction of VUR” (Fig. 1).

Urethral catheterization is the most distressing part of the procedure, because children are usually unable to relax enough to void during VCUG.^{28,32} Because radiation exposure during VCUG³³ and computed tomography³⁴ might increase cancer risk, radiation dose reduction or elimination is preferable. Children's developing tissues and organs are approximately 10-fold more sensitive to ionizing radiation than adults,⁴³ and mean risks for hereditary effects and cancer after VCUG during childhood have been estimated at 15 per million and 125 per million, respectively. Thus, radiation risks associated with VCUG are not negligible.⁴⁶ Patients with VUR require periodical follow-up VCUG in addition to initial screening. Recently, a nationwide population-based retrospective cohort study from Taiwan showed that VCUG is associated with increased subsequent cancer risk, especially in the genitourinary system.⁴¹

Children not undergoing DMSA and/or VCUG at the first UTI must be followed up long-term without a definitive diagnosis,³⁷ which causes much anxiety to their caregivers.¹⁸ Not only VCUG, but also RNC, DMSA, and MAG3 have a significant negative impact on families and patients.³⁸ When parents appear anxious during VCUG, their children feel more distressed. Hence, parental anxiety is related to their child's distress during VCUG.^{40,41} In fact, according to the 1999 AAP guidelines on UTI, just 40–60% of parents agree promptly to VUR screening by VCUG and sometimes refuse to allow their children to undergo repeated or postoperative VCUGs despite physician recommendations.^{42,43}

Complications of VCUG

Based on a randomized controlled trial on preventing VCUG-related UTI, it is recommended to use antibiotics post-VCUG in patients with abnormal USG findings.⁴⁴ A 1% risk of post-

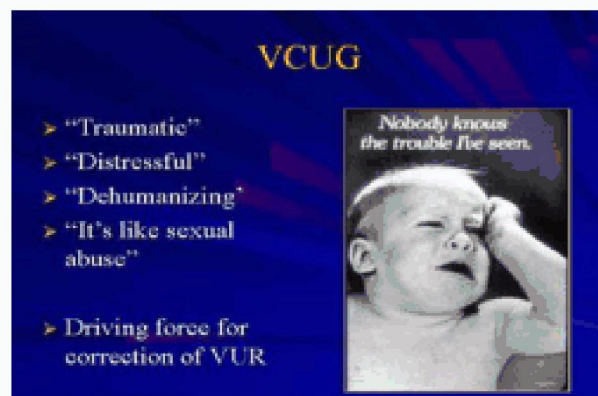


Fig. 1 Professor Caldarella's slide presented at the 2006 AJA meeting illustrating some drawbacks of VCUG (courtesy of Professor Caldarella).

VCUG UTI was reported for children with congenital urological anomalies, such as VUR or hydronephrosis. Particular care needs to be taken with VUR and/or hydronephrosis patients when carrying out VCUG.⁴⁵ Urosepsis and death as a result of VCUG-related UTI has been anecdotally reported.⁴⁶ Several cases of iatrogenic bladder rupture after VCUG have also been reported when using indwelling Foley catheters and contrast medium instilled manually using a syringe.^{47,48}

Moves to reduce VCUG

Because of the risk of renal scarring, VCUG or DMSA scanning is recommended after febrile UTI. Recently, indications for both are becoming more restricted due to significant radiation exposure, risk of catheter-induced UTI, distress for children and their parents, and cost.⁴⁹

VUR screening for first febrile UTI

Top-down approach

There are two approaches to VUR diagnosis: bottom-up (do VCUG first, if positive for VUR, plan DMSA scan) or top-down (do DMSA scan first, if positive for renal scars, plan VCUG).⁵⁰ The top-down approach predicts clinically significant VUR,^{5,51} and additionally could reduce the number of VCUGs.^{3,52,53} A recent meta-analysis indicated that DMSA renal scanning during acute pyelonephritis cannot be replaced by VCUG in the evaluation of young children with febrile UTI because of its lower diagnostic accuracy.⁵⁴ Although 15.5% of children referred for UTI and/or VUR had focal renal scars on DMSA, 43% with high-grade VUR and 76% with recurrent UTI showed normal findings on DMSA.⁵⁵ More than 10% of children with normal USG findings after first febrile UTI had abnormal DMSA. In contrast, approximately 70% of children with renal damage on DMSA had normal USG findings.⁵⁶ It is problematic that high-grade VUR cases might not be diagnosed. Some lesions seen on DMSA are caused by congenital renal scarring not related to UTI. Other drawbacks are ionizing

radiation exposure, costs and limited availability of DMSA capacity in the acute setting.³

Impact of current guidelines on UTI: PRIVENT, RIVUR and CUTIE studies

Previous AAP guidelines on UTI recommended that VCUG should be carried out in all patients aged 2–24 months after the first UTI regardless of the results of USG.³⁷ Newer AAP guidelines from 2011 recommend that patients with normal USG should not undergo VCUG until a second UTI.¹⁷ However, some investigators fear the potential risk of kidney damage in children with clinically-significant VUR when VCUG is delayed until a second UTI,^{55,56} but others concur with the 2011 AAP guidelines because patients with grade 4–5 VUR rarely show normal USG findings, and moderate to severe hydronephrosis is rarely detected in patients with low-grade VUR less than 4.⁶⁰ In contrast, 24% of patients with high-grade VUR show normal USG findings.⁶¹ According to the 2011 guidelines on UTI, other atypical or complex situations, such as bacterial infection other than *Escherichia coli*, sepsis, elevated serum creatinine, failure to respond to appropriate antibiotics within 48 h, poor urine flow or a family history of VUR, are other indications for VCUG.⁶² Adhering to these guidelines would have resulted in dramatic decreases in VCUG use and decreased incidence of VUR in children aged 0–2 years,⁶³ so many unnecessary VCUGs would have been avoided, whereas very few high-grade VUR cases would have been missed.⁶²

New guidelines from the UK suggest changing from the aggressive “bottom-up” approach to a more passive approach to reduce VCUG examination rates. Watchful waiting without carrying out VCUG after a first uncomplicated febrile UTI in all young children was recommended.^{64–66} The Indian Society of Pediatric Nephrology has also proposed UTI guidelines, as follows: infants after first UTI, and children aged between 1 to 5 years with recurrent UTI should be investigated with USG, VCUG and DMSA in sequence.⁶⁷

For small infants aged <0–3 months experiencing a first febrile UTI caused by *E. coli*, VCUG can be safely avoided

when renal USG is normal. VCUG should be reserved for small infants with UTI due to bacteria other than *E. coli* and/or abnormal USG, because they have 10-fold increased risk of high-grade VUR relative to *E. coli* UTI.⁶⁰

The PRIVENT study showed that CAP prevented UTI in children at higher risk for recurrent UTI; girls with high-grade VUR.⁶⁰ The RIVUR trial showed that CAP reduced the incidence of recurrent UTI by approximately 50%, but not in children with VUR.⁷⁰ Meta-analysis of CAP for VUR confirmed a significant effect for controlling UTI. Unfortunately, CAP cannot reduce the incidence of renal scarring and there is strong evidence that a febrile UTI is associated with renal scarring, and that early treatment of febrile UTI can decrease the incidence of renal scarring.⁷¹ If CAP has no effect on preventing renal scars, a watchful waiting policy without repeating VCUG seems reasonable,⁶⁷ because the results of imaging studies would not affect decisions regarding VUR treatment.⁷⁰

The CUTIE study concluded that VUR combined with bladder and bowel dysfunction are risk factors for recurrent UTI. Prevention of recurrent UTI requires CAP, as well as bladder and bowel dysfunction treatment.^{72,73} The PRIVENT and RIVUR trials, which were double-blind placebo-controlled studies of 1183 children with VUR, showed that CAP was superior to placebo in preventing recurrent UTI.^{60,70}

Follow-up and postoperative VCUG to check VUR status

Follow-up VCUG while on CAP

More than two decades ago, follow-up VCUG or RNC was recommended to check VUR status at regular intervals of every 6–18 months,^{74,75} because CAP can be discontinued if VUR resolves spontaneously. Furthermore, 38% of general urologists, 24% of pediatric nephrologists and 12% of pediatric urologists preferred a follow-up VCUG at 6 months.⁷⁵ In the AUA 2010 guidelines on VUR, VCUG is recommended every 12–24 months.¹¹ More than 70% of pediatric urologists and nephrologists prefer RNC as a follow-up examination due to less radiation exposure than VCUG.⁷⁶ Thompson proposed extending the schedule of VCUG from annually to every 2 years in children with low-grade VUR, and every 3 years in children with high-grade VUR. This schedule would yield substantial reductions in the numbers of follow-up VCUGs and costs.⁷⁷

Postoperative VCUG after VUR repair

Because the success rate of uncomplicated UCN carried out by experienced pediatric urologists is >99%, it is recommended to omit postoperative VCUG,⁷⁸ or at least make it optional.¹¹ Since the Food and Drug Administration approved dextranomer/hyaluronic acid in 2001, injection therapy has become widely accepted as a promising option for managing VUR. Most patients prefer this treatment to CAP or open UCN.⁷⁹ If CAP is replaced by endoscopic injection VUR treatment, the intervals between follow-up VCUGs can be prolonged.² Systematic reviews of endoscopic treatment for VUR showed success rates varying from 48–92%.⁸⁰ For children with grade 4 and 5, Friedmacher *et al.* recorded a 69.5% success rate after a single endoscopic injection of dextranomer/hyaluronic acid.⁸¹ However, the success rate of endoscopic injection therapy is

lower than open UCN, and therefore postoperative VCUG after endoscopic treatment of VUR is recommended.¹¹ VCUGs should be planned for 3–12 months after VUR endoscopic injection therapy.^{81–83} Although the filling reflux (low-pressure VUR) has lower success rates, the voiding reflux (high-pressure VUR) on preoperative VCUG is associated with a greater probability of VUR resolution after endoscopic injection therapy.⁸² However, the use of injection therapy for VUR is tending to decrease, whereas the number of open UCNs has remained stable in USA pediatric hospitals since 2006. Recently, more patients and their caregivers seem to prefer surveillance rather than dextranomer/hyaluronic acid injection therapy.⁸⁴ Although the success rate of double hydrodistention implantation technique for the endoscopic correction of primary VUR is high, postoperative VCUG should be reserved for selected high-risk patients defined as high-grade, young age, postoperative febrile UTI or family/surgeon preference.⁸³

Urologists' disagreement with the campaign against VCUG first

In the USA, the number of pediatric VCUGs decreased sharply after the new AAP guidelines on UTI appeared and remained low thereafter, and the number of VUR surgeries also started to decline.⁸⁵ Juliano *et al.* analyzed 174 patients aged <2 years with febrile UTI, and found that 24% of them with normal USG after a first febrile UTI had high-grade VUR, 15% experienced recurrent pyelonephritis and 7% required surgical procedures. They concluded that if VCUG is deferred, we should inform parents that patients might still have VUR, recurrent pyelonephritis and require surgery despite normal USG findings after a first UTI.⁶⁰ Nelson *et al.* analyzed 2259 patients aged <5 years with febrile UTI, and found that USG had a low positive predictive value for VUR, namely, 13–24% for grade 3 VUR. They concluded that USG should not replace VCUG, and USG and VCUG should be considered complementary, because they provide important different information.⁸⁷

Practical guide for carrying out VCUG

When should VCUG be planned after febrile UTI?

VCUG should be carried out 2–6 weeks after febrile UTI, because patients who underwent VCUG in the first week after febrile UTI complained of dysuria.⁸⁸ Approximately 4–6 weeks after febrile UTI, the functions of the bladder and ureter have recovered.² Other researchers showed that the timing of VCUG did not influence the prevalence or severity of VUR after UTI. Carrying out VCUG within 7 days after UTI could avoid unnecessary CAP until VCUG is performed.⁸⁹

How to carry out safe VCUG: Is there a standard protocol?

The International Reflux Study resulted in the first protocol for carrying out and interpreting VCUG in 1985.¹ Thereafter, different protocols have appeared, without definitive standardization.^{90–94} Recently, AAP Sections on Radiology and on Urology released updated VCUG protocols to create a

consensus on how to improve patient safety and to standardize VCUG data.⁶ Across North America, most VCUG protocols are identical: parents' presence, contrast infusion by gravity, thin catheter without balloons, no contrast dilution and voiding without a catheter in place. Differences among institutions were the height of contrast medium and when to stop filling contrast medium.⁹¹ However, no significant differences in the VUR detection rate between two different heights of 50 cm or 100 cm were reported.⁹⁵ VUR onset at <35% predicted bladder capacity was associated with a significantly increased risk of breakthrough febrile UTI. Bladder volume at onset of VUR should be recorded during VCUG, because it predicts the risk of pyelonephritis and resolution.⁹⁴ Comprehensive guides to VCUG are now available.^{90,96}

Our protocol for VCUG is as follows:

1. Education and preparation regarding VCUG
2. Possible sedation if required
3. Radiation exposure reduction method (ALARA) and Image Gently principles
4. Catheterization using a small (3.5–5-Fr) non-balloon catheter
5. Obtain kidney ureter bladder scout image
6. Retrograde filling of the bladder with contrast medium at body temperature
7. From height <100 cm
8. During filling, obtain multiple fluoroscopic images and/or spot images
9. Fill bladder until voiding occurs and stop contrast medium flow
10. Obtain voiding images of the urethra: anterior posterior for females, lateral to oblique for males
11. Refill bladder until voiding occurs if cyclic methods are used
12. Obtain voiding and post-void images of the kidneys and bladder
13. Record the maximum amount of contrast medium instilled

Cyclic examinations

To increase the detection rate of VUR, cyclic methods are adopted for VCUG,^{97,98} RNC⁹⁹ and VUS.¹⁰⁰ Cyclic examinations might detect occult VURs not proven by a single cycle.

How to reduce distress and anxiety: Non-pharmacological and pharmacological therapy to reduce patients' distress

Non-pharmacological therapy

Pretest education about VCUG

VCUG can be carried out without the need for sedation in the vast majority of patients, provided sufficient information about all steps of VCUG has been provided.^{92,101,102} A cartoon and photograph montage storybook about VCUG procedures can reduce both patients' and parents' anxiety.¹⁰³ If children know more about painful procedures, they feel less distress than those who do not know the details.¹⁰⁴ It is

important to include specialists with much experience in child development, education, and psychosocial care of children and families receiving painful medical care, such as VCUG.¹⁰⁵ Pretest preparation for obtaining informed consent benefits from child-life specialist involvement to reduce patient distress.²⁹ The provision of favorite cartoon videos, video games, smart phones and personal items helps to distract the patient during VCUG. Patients psychologically prepared for VCUG recover faster and experience less emotional distress.¹⁰¹ If parents and children are taught and can master coping strategies, VCUG-related distress can be alleviated.^{41,106}

Parental presence

Whether parental presence during VCUG can reduce the child's distress is controversial.¹⁰⁷ Felber *et al.* concluded that it is very hard for parents to effectively help their child during VCUG.¹⁰⁸

Pharmacological therapy

During VCUG, patients must void spontaneously and must remain conscious, so drugs having little influence on voiding are necessary. Local anesthetics, such as lidocaine gel, can reduce urethral pain immediately (within 1–4 min), and are recommended when placing the catheter.^{109,110} Sedatives, such as midazolam, nitric oxide, propofol and chloral hydrate, are often used. Not all children require sedation during VCUG, and not all parents want their child to be sedated, but if patients and/or parents want us to reduce distress during VCUG, we must have the capacity to offer safe sedation.¹¹¹ Midazolam is a benzodiazepine derivative with anti-anxiety and sedative effects, which has a rapid onset and short duration of action, and is commonly used before painful diagnostic and therapeutic procedures or as premedication for anesthesia. It can be given by intravenous, intramuscular, sublingual, oral (0.5–0.6 mg/kg) or intranasal (0.2 mg/kg) routes.^{112,113} Midazolam reduces patient distress without altering voiding ability, and is considered safe and feasible for reducing use in VCUG.¹¹⁴ Nitric oxide and propofol have similar sedative effects, but require the presence of anesthesiologists. Longer recovery times are required after the use of nitric oxide.¹¹⁵ Propofol affects voiding ability and interferes with VUR diagnosis.¹¹⁶ Low-dose chloral hydrate (25 mg/kg) premedication reduces distress of children undergoing VCUG less effectively than midazolam (0.6 mg/kg).¹¹⁷ It might be difficult for toddlers to stay still during MRVCUG even with some sedation, because of being awoken by a desire to urinate during sedation.¹¹⁸

Radiologists' efforts to reduce drawbacks of VCUG

ALARA: Radiation exposure reduction method

Radiation exposure should be limited whenever possible; some techniques, such as grid-controlled variable-rate pulsed fluoroscopy, can reduce radiation exposure.¹¹⁹ In accordance with the ALARA principle ("as low as reasonably achievable"), last-image capture for digital-spot images can reduce

radiation exposure without compromising diagnostic accuracy. However, this technique might miss low-grade VUR, which is usually insignificant.¹²⁰ Fluoroscopy time during VCUG has recently tended to decrease.¹²¹ Ngo *et al.* evaluated data from 987 VCUG examinations and concluded that increasing fluoroscopy time during VCUG does not necessarily increase diagnostic accuracy of VUR detection.⁷ To reduce radiation exposure, they promote educational campaigns for medical professionals and parents, such as “Image Gently”,¹²² “Image Gently, Step Lightly”,¹²³ and “Pause and Pulse”.¹²⁴ Furthermore, efforts to reduce radiation exposure in VCUG are progressing using modern equipment and optimized protocols. Low-dose VCUG can be carried out without noticeable decreases in diagnostic image quality.¹²⁵

Physicians who carry out VCUG should continue their efforts to minimize the radiation dose. Education of residents who are in charge of VCUG is essential.¹²⁶ If VCUG shows high-grade VUR with a large and irregular bladder in infants and small children, a video urodynamic study should be applied to rule out lower urinary tract dysfunction, such as bladder over-activity.¹²⁷

Correct interpretation of VCUG

VUR classification into five grades is carried out according to the International Reflux Study in Children.³ However, even in the RIVUR study, there is a considerable interobserver variability in VUR grading, and grading was in agreement in just 59% of ureters in a study with three reference radiologists.¹²⁸ Despite discrepancies in the interpretation of grade 2 and 3 VUR, accurate diagnosis of grade 3 VUR is important.⁹² At a pediatric-centered hospital, VCUG results would be interpreted by pediatric radiologists⁹³ who report detailed information about the anatomy and function of both upper and lower urinary tracts using checklists to describe technical (catheter size, contrast medium, the manner of instillation and whether it was a cyclic study), anatomical (VUR presence, grade, bladder shape and urethral image) and functional information (bladder filling and emptying).¹²⁹ However, there are still discrepancies in the interpretation of VUR grade 2–4 among radiologists and urologists,¹³⁰ especially for VUR grade 3 and 4.¹³¹ These differences would influence VUR treatment decisions. By adopting the degree of calyceal dilation according to the SFU grading system, VUR grading

accuracy could be improved and it would become easier to define grade 3–4 VUR.¹³² To speak the same language about VUR grading, standardization of interpretation of VCUG is required.

Are there any alternatives to VCUG?

The most serious drawbacks of VCUG are catheterization and radiation exposure. We must strive for less invasive examinations than VCUG, but to unequivocally prove the back flow of urine from the urinary bladder into ureters and/or renal pelvises, VCUG is essential. Urologists prefer to check the whole urinary tract before surgery, not just some of it. Preoperative examinations require a panoramic view of the urinary tract from the kidney to the urethra.¹³³ Therefore, VCUG is the gold standard, and although tests without catheterization and radiation exposure are ideal, they provide only indirect VUR screening, like USG and I-MRVCUG (Table 1).

RNC

RNC requires catheterization, but less radiation exposure than VCUG. Although continuous monitoring is available, the details on the film are not more precise than VCUG, although RNC might show occult VUR, which cannot be detected by VCUG in children with hydronephrosis, abnormal acute DMSA, and/or recurrent febrile UTI.¹³⁴ Generally, the main advantage of RNC is that the patient is exposed to only one-tenth of the radiation required for VCUG.¹³⁵ Recent techniques to reduce radiation exposure, such as the digital grid-controlled, variable rate and pulsed acquisition technique, are also available. The effective radiation dose during VCUG using such techniques is significantly lower than during RNC.¹³⁶

No catheterization and no radiation exposure

USG

USG is a poor modality to screen for VUR, but can identify urinary obstruction and intrarenal disease,⁹⁷ and can monitor both the kidney and bladder during voiding. USG is easy to use and inexpensive, but by itself misses up to 30–70% of patients with high-grade VUR,^{98,137} and 4.9% of severe

Table 1 VCUG and alternatives

	VCUG	RNC	USG	VUG	I-MRVCUG	D-MRVCUG
Diagnosis of VUR	Direct	Direct	Indirect	Direct	Indirect	Direct
VUR grading	5	3	N/A	3	3	5
Catheterization	Yes	Yes	No	Yes	No	Yes
Radiation exposure	Yes	Yes	No	No	No	No
Clear description of whole urinary tract including urethra	Yes	Limited	Limited	Limited	Yes	Yes
Surgeon preference	Yes	Limited	Limited	Limited	Limited	Limited
Operator dependent	Yes	No	Yes	Yes	No	No
Availability	High	High	High	Limited	Limited	Limited
Cost	Low	High	Low	High	High	High

congenital anomalies of the kidney and urinary tracts, such as high-grade VUR or bilateral hydronephrosis.¹³⁸ Because USG and VCUG provide important different information on the genitourinary tract, they should be considered complementary.¹³⁹ Normal USG findings do not exclude high-grade VUR,⁸⁷ and have little ability to definitively diagnose VUR; thus, USG cannot replace VCUG in the diagnosis of VUR, but has a role to play in selecting patients who need VCUG.⁸⁰

Hiraoaka *et al.* demonstrated that neonates with high-grade VUR showed ballooning of the renal pelvis during voiding.^{140,141} Demir *et al.* reported that anterior-posterior renal pelvis dilation was significantly enhanced after voiding in children with VUR.¹⁴² Color Doppler USG showed reverse direction flow from bladder to the distal ureter in patients with VUR.^{143,144} Asanuma *et al.* reported color Doppler ultrasound measurement of the ureteral jet angle for detecting VUR. Refluxing UVJ showed a greater ureteral jet angle than non-refluxing.¹⁴⁵ Ureteral jet waveform would be a useful parameter to detect and follow up VUR.^{146,147} However, this method is time-consuming, requiring at least 20 min.¹⁴⁷ USG measurement of the distance from midline of the bladder to the orifice showed lateralization of the refluxing ureteral orifice. The midline-to-orifice was larger in high-grade reflux units than in non-refluxing units.¹⁴⁸ Superb microvascular imaging is the latest Doppler ultrasound technique that can detect reversed urinary flow jets into the distal ureter from the bladder and renal pelvic swirl sign, which can detect high-grade VUR without contrast medium.¹⁴⁹ USG is well tolerated, and the least burdensome to families and patients among the urological imaging techniques (VCUG, RNC, DMSA, MAG3). However, there was no overall difference between DMSA and VCUG.⁸⁹

I-MRVCUG

Magnetic resonance imaging can monitor all of the urinary tract from the kidney to urethra during voiding. Although I-MRVCUG has the potential to identify higher-grade VUR

patients who are candidates for surgery, it cannot help patients with low-grade VUR, because there is no dilation of the ureter and/or renal pelvis during voiding.^{138,139,151}

No radiation exposure with catheterization

VUS

VUS allows real-time observation of the whole urinary tract including the urethra after the administration of intravesical contrast material.¹⁵² It has been used for two decades, and has become popular for the diagnosis of VUR in children, especially in European countries.¹⁵³ Recently, VUS has also become more popular in the USA.¹⁵⁴ It can show intrarenal reflux, which plays an important role in the pathogenesis of VUR-related renal scarring.¹⁵⁵ Three-dimensional static (3-D) and real-time (4-D) VUS using newly-developed USG devices can show more details of urinary tracts than standard VUS, and show occult VUR, which is not detected by VCUG.¹⁵⁶ However, VUS failed to show known VUR immediately after carrying out VCUG. Microbubbles, an ultrasound contrast material, were possibly inactivated by residual iodinated contrast medium from the earlier VCUG. Thus, VUS should be carried out before VCUG if both studies are contemplated.¹⁵⁷ The main advantage of VUS is zero ionizing radiation, but disadvantages are operator-dependent examination, no standard protocol and off-label use of ultrasound contrast medium. Unfortunately, this method is not common in Japan.

D-MRVCUG

D-MRVCUG provides similar images as in VCUG: functional dynamics of voiding and real-time visualization of the structural anatomy of the urinary tract including the urethra (Fig. 2). Using VCUG as a reference, D-MRVCUG showed 96.8% sensitivity and 96.3% specificity for detecting VUR. Agreement between D-MRVCUG and VCUG regarding the presence or absence of VUR was almost perfect at 96.6% (κ 0.83, 95% CI 0.72–0.94) when carried out by kidney-ureter units. Drawbacks of D-MRVCUG are lower rates of

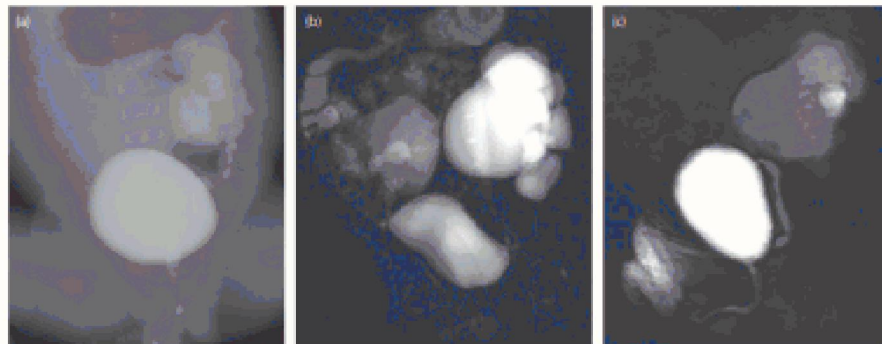


Fig. 2 An 11-month-old boy with bilateral SFU grade 4 hydronephrosis. (a) VCUG showed left grade 4 VUR. (b) Magnetic resonance urography showed bilateral severe hydronephrosis. (c) D-MRVCUG provided the same information including the urethra as VCUG.

successful completion of the examination and cost. Generally, toddlers require sedation for magnetic resonance imaging,¹⁵⁸ and as mentioned above, they inevitably awake with a desire to urinate. MRVCUG might not be appropriate for toddlers, because complete immobilization is difficult in this age group.¹⁵⁸

Miscellaneous

Biomarkers for detecting high-grade VUR

A meta-analysis showed that procalcitonin, a serum inflammatory marker, can identify children with high-grade VUR who are suffering from a first febrile UTI.¹⁵⁹ VCUG is recommended only in children with high procalcitonin values (≥ 1.0 ng/mL) and/or abnormal USG findings.¹⁶⁰ Urinary proteome analysis using capillary electrophoresis-coupled mass spectrometry identified nine polypeptides consisting of fragments of collagen alpha-1 (I), sodium/potassium-transporting ATPase and CD99 antigen, useful for screening children with high-grade VUR. Because of its high negative predictive value, this analysis would be useful as a screening test to detect high-grade VUR. Only children with a positive result would then require VCUG.¹⁶¹ Because the urinary proteome can include many urinary fibrosis-related peptides from the extracellular matrix, it can act as a non-invasive liquid biopsy to identify patients with CKD.¹⁶² We hope that this approach will be used to screen high-grade VUR patients without renal scans in future.

Prediction of VUR resolution

Kirsch *et al.* proposed a VURx as a novel tool to predict the resolution of VUR. The index is calculated by summing scores given for VUR timing (early-mid filling, late filling and voiding), female sex, the presence of ureteral anomalies (perireteral diverticulum or complete duplication) and high-grade reflux. Patients with a lower VURx have a greater probability of spontaneous resolution. Therefore, the VURx reliably predicts primary VUR improvement/resolution in children.^{163–165} The distal UDR is calculated as the widest diameter of the distal ureter in the false pelvis divided by the distance between L1 and L3.¹⁶⁶

UDR measurement on the VCUG is objective, whereas the International Reflux Grading System is subjective. Furthermore, UDR proved more able to predict spontaneous resolution, persistence or requirement for operative intervention than the VUR Grading System.¹⁶⁷ The mean UDR of patients with spontaneous resolution of VUR was significantly lower than in persistent reflux and patients who underwent surgery ($P = 0.001$).¹⁶⁸ Prediction models of recurrent breakthrough UTIs within 2 years would help clinicians and parents to determine optimal management of VUR.¹⁶⁹

How to detect occult VUR

Positioning the instillation of contrast cystography was proposed in order to detect occult VUR that conventional VCUG cannot prove. This examination is carried out immediately before surgical procedures to correct VUR. Under general anesthesia, the bladder is emptied and the cystoscope beak is

positioned at the ureteral orifice during contrast medium instillation at a height of 1 m.^{170,171}

Conclusion

Performance of VCUG should be reserved for those occasions when the results would affect VUR management to determine the requirement for surgical intervention.

Conflict of interest

None declared.

References

- 1 Lebowitz RL, Oetting H, Pettkalainen KV, Smellie JM, Tamminen-Möbius TE. International system of radiographic grading of vesicoureteric reflux. International Reflux Study in Children. *Pediatr. Radiol.* 1985; **15**: 105–9.
- 2 Eccabona M. Imaging in childhood urinary tract infection. *Radiol. Med.* 2016; **121**: 391–401.
- 3 Abdelhakim A, Khoury AE. Critical appraisal of the top-down approach for vesicoureteral reflux. *Imaging. Clin. Urol.* 2017; **88**: 514–22.
- 4 Sutton AG, Chandler N, Roberts KR. Recent studies on the care of first febrile urinary tract infection in infants and children for the pediatric hospitalist. *Rev. Recent Clin. Trials* 2017; **12**: 269–76.
- 5 Khoury AE, Rigli D. Vesicoureteral Reflux. In: Wein AJ, Kavoussi LR, Partin AW, Peters CA (eds). *Campbell-Walsh Urology*, 11 edn. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 2016; 3124–72.
- 6 Fimberg D, Bauer SB, Cain MP *et al.* Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography. *J. Pediatr. Urol.* 2006; **12**: 162–6.
- 7 Ngo AV, Friedman SD, Darling S, Samer MB, Chapman T. Voiding cystourethrography revisited: descriptive statistics for the detection of vesicoureteral reflux. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2013; **200**: 963–8.
- 8 Lee LC, Lentine AJ, Koyle MA. The role of voiding cystourethrography in the investigation of children with urinary tract infections. *Can. Urol. Assoc. J.* 2016; **10**: 210–4.
- 9 Alkadeh A, Nasri M, Ravanshad V, Soroush S, Rasthousan M, Azarfar A. Use of sedative drugs in reducing the side effects of voiding cystourethrography in children. *J. Res. Med. Sci.* 2017; **22**: 42.
- 10 Nantinen M, Uusitalo M. Recurrence and follow-up after urinary tract infection under the age of 1 year. *Pediatr. Nephrol.* 2000; **16**: 69–72.
- 11 Peters CA, Skoog SJ, Arant BS *et al.* Summary of the AUA guideline on management of primary vesicoureteral reflux in children. *J. Urol.* 2010; **184**: 1134–44.
- 12 Leslie B, Moore K, Salla R *et al.* Outcome of antibiotic prophylaxis discontinuation in patients with persistent vesicoureteral reflux initially presenting with febrile urinary tract infection: time to event analysis. *J. Urol.* 2016; **194**: 1093–8.
- 13 Oetting H, Smellie JM, Jodal U, Lee H. New renal scans in children with severe VUR: a 10-year study of randomized treatment. *Pediatr. Nephrol.* 2002; **18**: 1128–31.
- 14 Moriya K, Mizoi T, Kira T *et al.* Early discontinuation of antibiotic prophylaxis in patients with persistent primary vesicoureteral reflux initially detected during infancy: outcome analysis and risk factors for febrile urinary tract infection. *J. Urol.* 2015; **193**: 673–42.
- 15 Nakamura S, Kawai S, Kubo T, Kihara T, Mori K, Nakai H. Transurethral incision of congenital obstructive lesions in the posterior urethra in boys and its effect on urinary incontinence and urodynamic study. *BJU Int.* 2011; **107**: 1204–11.
- 16 Hyuga T, Nakamura S, Kawai S *et al.* The changes of urethral morphology recognized in voiding cystourethrography after endoscopic transurethral incision for posterior urethral valve in boys with intractable daytime urinary incontinence and nocturnal enuresis. *World J. Urol.* 2017; **35**: 1611–6.
- 17 Craig JC, Irwig LM, Knight JF, Roy LP. Does treatment of vesicoureteric reflux in childhood prevent mid-stage renal disease attributable to reflux nephropathy? *Pediatrics* 2000; **106**: 1236–41.
- 18 Sato I, Ikikawa R, Tapiainen T, Uusitalo M. Childhood urinary tract infections as a cause of chronic kidney disease. *Pediatrics* 2011; **128**: 940–7.

- 19 Hutterer M, Colborn E, Peri J. Prevalence and predictors of mild functional abnormalities of high grade vesicoureteral reflux. *J Urol*. 2013; **190**: 1490–4.
- 20 Nino F, Ilari M, Novillo C *et al*. Genetics of vesicoureteral reflux. *Curr Genomics* 2008; **17**: 70–9.
- 21 Skoog SJ, Poon CN, Alant BS *et al*. Pediatric vesicoureteral reflux guidelines panel summary report: clinical practice guidelines for screening siblings of children with vesicoureteral reflux and neuromatous reflux with postnatal hydrocephalus. *J Urol* 2008; **180**: 1145–51.
- 22 Diamond DA, Chen BY, Holland AB, *et al*. Advances in pediatric ultrasonography. *Lancet* 2017; **390**: 1681–70.
- 23 Ilari M, Poon CN, Diamond DA, *et al*. Neurograms for predicting annual resolution rate of primary vesicoureteral reflux: results from 2,462 children. *J Urol* 2009; **182**: 1535–41.
- 24 Nguyen HT, Hordien CD, Cooper C *et al*. The Society for Fetal Urology consensus statement on the evaluation and management of neonatal hydrocephalus. *J Pediatr* (in press) 2016; **6**: 213–31.
- 25 St. Aubin M, Wilkhuus-Larsson K, Varda HK *et al*. Society for fetal urology recommendations for postnatal evaluation of neonatal hydrocephalus: will fewer voiding cystourethrograms lead to more urinary tract infections? *J Urol* 2015; **196**: 1456–61.
- 26 ElShewey MS, Ghossein W, Abdelwahab M *et al*. The role of voiding cystourethrography in asymptomatic children with suspected urinary tract infection: a retrospective study. *J Pediatr* (in press) 2017; **18**: 366–71.
- 27 Lacharotier LL, Anderson H, Clayton DH *et al*. Analysis of an intervention to reduce parental anxiety prior to voiding cystourethrogram. *J Pediatr* (in press) 2015; **9**: 1223–8.
- 28 Srivastava T, Irem G, Rosenborg AB, Kainer G. Perception of fear, distress and pain by parents of children undergoing a micromanaging cystourethrogram: a prospective study. *J Pediatr: Child Health* 2004; **27**: 271–3.
- 29 Thacker PG, Collins BK, Hill J. Distress experienced during pediatric VCUGs: a gender prospective assessment using the brief behavioral distress scale. *Pediatr Radiol* 2010; **40**: 668–5.
- 30 Quan JA, Goodson GS, Holman S, Pyle ME, Carr S, Able DS. Efficacy and minority children's long-term neurobehavioral, learning, and susceptibility. *J Exp Child Psychol* 1999; **72**: 235–50.
- 31 Lallamanna LL, Wells N, Hipswood JT, Johnson HD, Matus R. Parent coping and child distress behaviors during invasive procedures for childhood cancer. *J Pediatr Oncol Nurs* 1999; **16**: 3–12.
- 32 Sandy NS, Nguyen HT, Zittel SI *et al*. Assessment of parental satisfaction in children undergoing voiding cystourethrography without sedation. *J Urol* 2011; **185**: 638–42.
- 33 Liao YH, Liu CL, Wu CC *et al*. Subsequent cancer risk of children receiving post-voiding cystourethrography: a nationwide population-based retrospective cohort study. *Pediatr: Applied* 2014; **19**: 885–91.
- 34 Mughnani DK, Johnson E, Williams A *et al*. The use of computed tomography in pediatric and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatr* 2013; **167**: 760–7.
- 35 Ward VL. Patient dose reduction during voiding cystourethrography. *Pediatrics* 2006; **118**(suppl 2): 168–72.
- 36 Portinakis K, Ranaivosoa M, Dimitriadis J, Stroulis J, Ntzanoulidis J, Gourtsoyannis N. Fluorocopy-controlled voiding cystourethrography in infants and children: are the radiation risks really? *Dev Radiol* 2008; **16**: 846–51.
- 37 Roberts KB. Subcommittee on Urinary Tract Infection. S67(G44). Urinary tract infection: clinical practice guidelines for the diagnosis and management of the initial UTI in febrile infants and children 2 to 24 months. *Pediatrics* 2011; **128**: 595–610.
- 38 Vlachonikolaou P, Diamantopoulou P, McNeil E. What did we find from imaging studies in childhood urinary tract infection and which studies are mandatory? *Urology* 2010; **118**: 176–82.
- 39 Nelson CP, Chen ZS, Ronsaville J, Zittel S, Routh JC, Chamo BG. Patient and family impact of pediatric genitourinary diagnostic imaging tests. *J Urol* 2012; **188**: 1601–7.
- 40 Salmon K, Portin K. Predicting children's responses to an invasive medical investigation: the influence of effortful control and parent behavior. *J Pediatric Psychol* 2002; **27**: 227–35.
- 41 Giannuzzi KM, Fox BK, Laffranco DK, Halpern LF, Dargatzis BC, Kopan BA. Is parental anxiety and coping associated with girls' distress during a VCUG? *Pediatrics* 2012; **130**: 465–9.
- 42 Cohen AL, Rivara FP, Davis R, Christakis DA. Compliance with guidelines for the medical care of first urinary tract infections in infants: a population-based study. *Pediatrics* 2005; **115**: 1474–8.
- 43 Shah L, Mandik N, Kumar P, Adappa S, Parammon P. Adherence to AAP practice guidelines for urinary tract infections in our teaching institution. *Chc: Pediatrics* 2008; **47**: 861–4.
- 44 Saha R, Saha S, Maji B, Tu Y. Antibiotic for performing voiding cystourethrogram: a randomized control trial. *Arch. Dis. Child* 2018; **103**: 230–4.
- 45 Takagi S, Matsuoka M, Shannon R *et al*. Urinary tract infection after voiding cystourethrogram. *J Pediatr* (in press) 2017; **18**: 361–7.
- 46 McKelvey WJ, Cucinelli A, Shickeloff GD. Complications associated with cystoscopy in children. *Pediatrics* 1974; **111**: 167–72.
- 47 Kachari S, Rajendran AD. Bladder rupture after voiding cystourethrography: a case report and literature review on perils and bladder volume estimates. *Can Urol Assoc J* 2015; **9**: 1826–9.
- 48 Lee KO, Park SJ, Shin B, Lee ST, Kim KJ. Urinary bladder rupture during voiding cystourethrography. *Korean J Pediatr* 2012; **85**: 181–4.
- 49 Okada-Nagata M, Watanabe A, Kankar A. Urinary tract infection in children: diagnosis, treatment, imaging - Comparison of current guidelines. *J Pediatr* (in press) 2017; **15**: 567–71.
- 50 Takagi S, Reddiker H, Hoshida P *et al*. EVU guidelines on vesicoureteral reflux in children. *Eur Urol* 2012; **62**: 514–42.
- 51 Ilari M, Mughnani P, Mughnani L, Denison C, Ghossein W, Braverman L. 5-year prospective results of dimapsuccinic acid imaging in children with febrile urinary tract infection: proof that the top-down approach works. *J Urol* 2010; **184**: 1701–9.
- 52 Prada J, Jeld U, Sini R, Stokland L, Hansson S. Normal dimapsuccinic acid voiding cystourethrography unnecessary after urinary tract infection. *J Pediatr* 2007; **151**: 581–4, 584.e1.
- 53 Hansson S, Olsson M, Sigström O *et al*. Dimapsuccinic acid voiding cystourethrography essential for infants with urinary tract infection. *J Urol* 2004; **172**: 1071–3.
- 54 Manalidis E, Vlachonikolaou EK, Georgakaki GG, Toulkida A, Chantziacharalou A, Falegou ME. Acute Testis in DMAS: can be identifying diagnosing vesicoureteral reflux in children: a meta-analysis. *Pediatrics* 2011; **128**: 1169–79.
- 55 Soudrasan WT, Shah A, Yang M *et al*. Prevalence and risk factors for renal scars in children with febrile UTI and/or VUR: a cross-sectional observational study of 565 consecutive patients. *J Pediatr* (in press) 2013; **9**: 856–63.
- 56 Bhat NC, Karpis M, Adams C *et al*. Renal damage detected by DMAS, despite normal renal ultrasound, in children with febrile UTI. *J Pediatr* (in press) 2015; **11**: 126.e1–3.
- 57 Practice parameter: the diagnosis, treatment, and evaluation of the initial urinary tract infection in febrile infants and young children. American Academy of Pediatrics. Committee on Quality Improvement. Subcommittee on Urinary Tract Infection. *Pediatrics* 1999; **103**: 841–52.
- 58 Sison KD, Mathers R. Evaluation of children with urinary tract infection: impact of the 2011 AAP guidelines on the diagnosis of vesicoureteral reflux using a historical series. *J Pediatr* (in press) 2014; **10**: 102–5.
- 59 Manalidis EK, Poon J, Gupta A, Liu SS, Wang MH. Utility of screening ultrasound after first febrile UTI among patients with clinically significant vesicoureteral reflux. *Urology* 2013; **82**: 902–9.
- 60 Kozarkaya A, Kozak J, Dunning A *et al*. The role of ultrasonography in predicting vesicoureteral reflux. *Urology* 2014; **84**: 1267–81.
- 61 Jalasni DM, Sogahay HA, Clayton DH *et al*. Incidence of abnormal imaging and recurrent pyelonephritis after first febrile urinary tract infection in children 2 to 24 months old. *J Urol* 2013; **190**: 1595–10.
- 62 Randa MT, Hanna T. Consequences of following the new American Academy of Pediatrics guidelines for imaging children with urinary tract infection. *Stand J Urol* 2015; **49**: 419–25.
- 63 Lee T, Elhassani C, Marchant KA *et al*. Impact of clinical guidelines on voiding cystourethrogram use and vesicoureteral reflux incidence. *J Urol* 2018; **199**: 831–4.
- 64 National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE). Urinary tract infection in children. [Cited 2 July 2018]. Available from URL: <https://www.nice.org.uk/Guidance64>
- 65 Anant A, Caridi L, Chitrans R *et al*. Febrile urinary tract infection in young children: recommendations for the diagnosis, treatment and follow-up. *Asia Pacific* 2012; **101**: 451–7.
- 66 Robinson R, Friday JC, Long ME, Borrows R. Canadian Pediatric Society (EPEC). Community Pediatrics Consortium/Urinary tract infections in infants and children: diagnosis and management. *Pediatric Child Health* 2014; **19**: 315–25.

- 67 Saha R, Mithalraj D, Sengupta J, Saha S, Banerjee S. Yield of imaging performed as per Indian society of pediatric nephrology guidelines in children with urinary tract infection. *Indian Pediatr.* 2017; **54**: 149-51.
- 68 Prasad BV, Chhaba H, Kuo CZ, Grando E, Cuhar F, Gebel M. Avoidance of voiding cystourethrography in infants younger than 2 months with acute UTI. *Child*. 2017; **145**: 804-6.
- 69 Chung SC, Sampson JM, Williams GI *et al*. Antibiotic prophylaxis and recurrent urinary tract infection in children. *N. Engl. J. Med.* 2009; **361**: 1748-59.
- 70 Hehrman A, Chertney RW, Investigators RT. Antimicrobial prophylaxis for children with vesicoureteral reflux. *N. Engl. J. Med.* 2014; **370**: 1072-3.
- 71 Wang HJ, Chadigwa BA, Forman JW *et al*. Efficacy of antibiotic prophylaxis in children with vesicoureteral reflux: systematic review and meta-analysis. *J. Urol.* 2015; **193**: 963-8.
- 72 Kozon R, Shukh N, Pohl H *et al*. Risk factors for recurrent urinary tract infection and renal scarring. *Pediatrics* 2015; **136**: e13-21.
- 73 Shukh N, Hehrman A, Kozon R *et al*. Recurrent urinary tract infections in children with bladder and bowel dysfunction. *Pediatrics* 2016; **137**: e20152092.
- 74 Wild LR. Vesicoureteral reflux: the role of antibiotic prophylaxis. *Pediatrics* 2008; **121**: 919-22.
- 75 Elder JS, Seidler HM, Pizon C *et al*. Variations in practice among urologists and nephrologists treating children with vesicoureteral reflux. *J. Urol.* 1992; **148**: 714-7.
- 76 Conway JJ. Radiomimetic cystography. *Cornell. Nephrol.* 1984; **39**: 1-19.
- 77 Thompson M, Simon SD, Sharma V, Alon US. Timing of follow-up voiding cystourethrogram in children with primary vesicoureteral reflux: development and application of clinical algorithms. *Pediatrics* 2005; **115**: 426-34.
- 78 Blaligan G, Davier BM. Voiding cystourethrography after uncomplicated ureteral transplantation: is it necessary? *J. Urol.* 1997; **158**: 1229-31.
- 79 Qian R, Pohl HG, Carlson D, Balaban AH, Radtke HG. Parental preferences in the management of vesicoureteral reflux. *J. Urol.* 2003; **166**: 240-3.
- 80 Bjelckhed G, Brandstrom P, Lickpenn G *et al*. The Swedish reflux trial in children: II Vesicoureteral reflux outcome. *J. Urol.* 2009; **184**: 269-5.
- 81 Friedlander F, Collins E, Post P. Endoscopic injection of dextranomer/hyaluronic acid as first line treatment in 851 obstructive children with high grade vesicoureteral reflux: efficacy and long-term results. *J. Urol.* 2008; **260**: 650-5.
- 82 Liu BX, Liu SX, Ju YS *et al*. VUR timing on VCUG as a predictor factor of VUR resolution after endoscopic therapy. *J. Pediatric Urol.* 2016; **12**: 255-61-6.
- 83 Diamond DA, Munoz TK. Endoscopic treatment of primary vesicoureteral reflux. *N. Engl. J. Med.* 2012; **266**: 1219-26.
- 84 Sharb KW, Corbett ST, Lindberg TS, Chittaranon AA. Recent trends in the surgical management of primary vesicoureteral reflux in the era of dextranomer/hyaluronic acid. *J. Urol.* 2014; **191**: 828-33.
- 85 Arkin AM, Scherz HC, Filimon L, Loong T, Kinch AJ. Is routine voiding cystourethrogram necessary following double hi for primary vesicoureteral reflux? *J. Pediatric Urol.* 2015; **11**: 40-1-5.
- 86 Garcia-Ring M, Torres C, McCracken CE, Kinch AJ. National trends in the management of primary vesicoureteral reflux in children. *J. Urol.* 2016; **199**: 287-93.
- 87 Nelson CP, Johnson IK, Logothetis T, Chow JS. Ultrasound as a screening test for genitourinary anomalies in children with UTI. *Pediatrics* 2014; **133**: e394-403.
- 88 Vromatidis P, Doreh F, Shakerati S, Patsiour A. Comparing between results and complications of doing voiding cystourethrogram in the first week following urinary tract infection and in 2-6 weeks after urinary tract infection in children referring to a teaching hospital. *J. Royal Soc. Med.* 2016; **8**: 144-7.
- 89 Subramanyam P, Dissanayake P, McNiel E, Vachanasanthan P. Timing of voiding cystourethrogram after urinary tract infection. *Arch. Dis. Child* 2008; **93**: 229-31.
- 90 Agrawal S, Prasad R, Goudara TB. How to perform the perfect voiding cystourethrogram. *Pediatric Radiol.* 2004; **34**: 114-6.
- 91 Peltzer BW, Rapp PG, Snyder CT, Henschell M, Knapp RG, Fendley D. Voiding cystourethrogram-an over protocol the case? *J. Urol.* 2011; **186**: 1688-71.
- 92 Greenfield SP, Carpenter MA, Chertney RW, Zatz JM, Chow J. The RIVUR voiding cystourethrogram pilot study: experience with radiologic reading concordance. *J. Urol.* 2012; **188**: 1658-12.
- 93 Schaeffer AJ, Soad S, Logothetis T *et al*. Variation in the documentation of findings in pediatric voiding cystourethrograms. *Pediatr. Radiol.* 2014; **44**: 1546-56.
- 94 Alexander SE, Arkin AM, Storm DW, Kozon R, Cooper CS. Bladder volume at onset of vesicoureteral reflux is an independent risk factor for breakthrough febrile urinary tract infection. *J. Urol.* 2015; **190**: 1542-6.
- 95 Fendley D, Cooper CS, Rapp F *et al*. Multi-institutional study comparing the height of contrast during performance of voiding cystourethrograms in children. *Urology* 2016; **83**: 180-4.
- 96 Farbach SK, Ponnarain KA, Schmidt MB. Pediatric voiding cystourethrography: a parental guide. *Radiographics* 2008; **28**: 135-68.
- 97 Jaques S, Jaques JC. Reliability of voiding cystourethrography to detect reflux. *ADR Am. J. Roentgenol.* 1989; **153**: 897-99.
- 98 Pykalaschuk F, Eloranta SC, Oksanen A *et al*. Cyclic voiding cystourethrography: is vesicoureteral reflux missed with standard voiding cystourethrography? *Eur. Radiol.* 2002; **12**: 666-70.
- 99 Fendley D, Kozon R. Cyclic direct radionuclide voiding cystourethrography: increasing reliability in detecting vesicoureteral reflux in children. *Pediatric Radiol.* 1992; **22**: 337-4.
- 100 Nozhat G, Rapp A, Rai R, Kozon R. Cyclic voiding urosonography in detecting vesicoureteral reflux in children. *Pediatric Nephrol.* 2013; **16**: 982-5.
- 101 Bates DG. VCUG and the mounting question of radiation: preparation and catheterization technique are the key. *Pediatric Radiol.* 2012; **42**: 265-9.
- 102 Zulkifley N, Rodriguez JR, Gebler CA, Davis MA. Cognitive behavioral and behavioral interventions help young children cope during a voiding cystourethrogram. *J. Pediatric Psychol.* 2006; **31**: 533-43.
- 103 Gebler KS, Doherty J, Gebler MW *et al*. Efficacy of a cartoon and photographic montage storyboard in preparing children for voiding cystourethrogram. *Pediatr. Radiol.* 2013; **43**: 1482-90.
- 104 Phillips DA, Watson AR, MacKinnon D. Dexamethasone and the intravenous anesthetic: does preparation help? *Acta Paediatr.* 1994; **83**: 175-9.
- 105 McKee K. The role of a child life specialist in a pediatric radiology department. *Pediatric Radiol.* 2005; **35**: 467-74.
- 106 Rao J, Kennedy SE, Cohen S, Rosenburg AR. A systematic review of interventions for reducing pain and distress in children undergoing voiding cystourethrography. *Acta Paediatr.* 2012; **101**: 234-9.
- 107 Pita T, Segura T, Champagnon GT, Donnelly S, Cole AS. The role of parental presence in the context of children's medical procedures: a systematic review. *Child Care Health Dev.* 2005; **31**: 233-43.
- 108 Palmer M, Schumann A, Juchacz N *et al*. Effects of parental soothing behavior on stress levels of 2-8 year old children during voiding cystourethrograms by phase of procedure. *J. Clin. Psychol Med Settings* 2011; **18**: 409-9.
- 109 Salazar J, Grando F, Gaudin F, Singer AJ. Comparison of topical anesthesia and lubricants prior to urethral catheterization in males: a randomized controlled trial. *Anesth. Analg.* 2004; **119**: 701-6.
- 110 Grand LL, Cooper CS, Douthett KS, Gaudin BM, Kleber CM. Effectiveness of lidocaine lubricant for discomfort during pediatric urethral catheterization. *J. Urol.* 2005; **176**: 564-7.
- 111 Blumberg K. Sedation and the VCUG. *Pediatric Radiol.* 2012; **42**: 266-2.
- 112 Stockland L, Andersson S, Jacobsson B, Jodal U, Ljung H. Sedation with midazolam for voiding cystourethrography in children: a randomized double-blind study. *Pediatric Radiol.* 2015; **45**: 347-9.
- 113 Elder JS, Langenacker R. Premidazolam with oral midazolam for voiding cystourethrography in children: safety and efficacy. *ADR Am. J. Roentgenol.* 1992; **154**: 1229-32.
- 114 Reed DW, McAnulty KA, Kozon NA, Kottamrillo DE. Conscious sedation reduces distress in children undergoing voiding cystourethrography and does not interfere with the diagnosis of vesicoureteral reflux: a randomized controlled study. *ADR Am. J. Roentgenol.* 2006; **187**: 1621-6.
- 115 Kozon J, Zdzienicka R, Weinberg M *et al*. Sedation during voiding cystourethrography: comparison of the efficacy and safety of using oral midazolam and continuous flow nitrous oxide. *J. Urol.* 2005; **174**: 1558-600.
- 116 Marguerite PA, Culbert ST, Curran J. Voiding ability using propofol sedation in children undergoing voiding cystourethrograms: a retrospective analysis. *J. Urol.* 2006; **176**: 289-302.
- 117 Aldi J, Oude M, Boegels OY *et al*. Premidazolam during intravenous cystourethrograms to achieve sedation and antidiuresis. *Pediatr. Nephrol.* 2005; **58**: 1108-10.

- 138 Kohira K, Takamizawa R, Furukawa A, et al. Magnetic resonance voiding cystourethrography (MRVCUG): a potential alternative to standard VCUG. *J. Magn. Reson. Imaging* 2013; **38**: 897-904.
- 139 Wolf TL, Strauss KJ, Rammstedt CE, et al. Pediatric radiation exposure and efficient dose reduction during voiding cystourethrography. *Radiology* 2008; **249**: 1002-9.
- 140 Jaja A, Shaw HL, Dun S, Bowling RH, Habboub CF, AL-ARAJ: Impact of practice quality improvement initiative on dose reduction in pediatric voiding cystourethrograms. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2015; **205**: 886-91.
- 141 Darling S, Sanner M, Chapman T, Patel MT. Physician documentation of fluoroscopy dose in voiding cystourethrography reports correlates with lower fluoroscopy dose: a surrogate marker of patient radiation exposure. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2011; **196**: W777-80.
- 142 Hatan DE, Gordon MI, Applegate KD, Wood BP. Image Gently: why we should talk to parents about CT in children. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2009; **192**: 1178-8.
- 143 Staffa MG, Goila M, Colby BJ, et al. Image gently, step lightly: increasing radiation dose awareness in pediatric interventions through an international social marketing campaign. *J. Paed. Assoc. Austral.* 2009; **26**: 1115-9.
- 144 Hertzum-Schulman M, Goisla M, Benda HJ, Strauss KJ. Parents and pediatric steps that help manage radiation dose during pediatric fluoroscopy. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2011; **197**: 625-31.
- 145 Lima MT, Tuffreau I, Iltis R, Soreny P, Gaudin A, Schiller JE. Ultra low-dose VCUG in children using a modern flat detector. *Eur. Radiol.* 2016; **26**: 3678-85.
- 146 Lin R, Khanna KD, Ninkin K, et al. Relationship between radiologist training level and fluoroscopy time for voiding cystourethrography. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2013; **200**: 645-51.
- 147 Telling R, Shtin U, Buchsbaum M, Aberkaneon K, Spontano S. Radiological bladder characteristics in VCUG for young children with high-grade VUR. *J. Pediatr. Urol.* 2015; **11**: 2041-6.
- 148 Schaeffer AJ, Gooneward SP, Jonsson A, et al. Reliability of grading of vesico-urinary tract and other findings on voiding cystourethrography. *J. Pediatr. Urol.* 2017; **13**: 102-8.
- 149 Schaeffer AJ, Chow DS, Jonsson A, et al. Variation in the level of detail in pediatric voiding cystourethrogram reports. *J. Pediatr. Urol.* 2017; **13**: 257-62.
- 150 O'Sell BB, Carrwright PC, Mason C, Hong K, Prouson AP, Wallis MC. Reliability of voiding cystourethrograms for the grading of vesico-urinary tract. *J. Pediatr. Urol.* 2014; **10**: 107-11.
- 151 Gohadi S, Choudhry S, Bajaj CB, et al. Reliability of the grading system for voiding cystourethrograms in the management of vesico-urinary tract: an inter-rater comparison. *Adv. Urol.* 2016; **2016**: 1684190.
- 152 Dargatzis S, Gladi S, Ceylan I, et al. Increasing the reliability of the grading system for voiding cystourethrograms using ultrasonography: an inter-rater comparison. *Appl. Med.* 2016; **6**: 330-5.
- 153 Nivljan G, Levat TB, Kijavitsuk D, Korig A, Kanda RH. Ultrasound detection of vesico-urinary reflux in children. *J. Urol.* 2016; **194**: 319-24.
- 154 Dalziel R, Mahajan A, Sharfman M, Moham M, Edrucker N, Chakraborty Adarshani A. The value of direct radionuclide cystography in the detection of vesico-urinary reflux in children with normal voiding cystourethrography. *Pediatr. Applied.* 2014; **29**: 2341-5.
- 155 Dargatz S. Voiding ultrasonography with ultrasound contrast agents for the diagnosis of vesico-urinary reflux in children. I. Procedures. *Pediatr. Radiol.* 2009; **39**: 46-53.
- 156 Haid R, Becker T, Koen M, et al. Lower radiation burden in sons of the an. Fluoroscopic cystography compared to direct isotope cystography in children. *J. Pediatr. Urol.* 2015; **11**: 73-61-6.
- 157 Stein R, Dogan HS, Hoshoka P, et al. Urinary tract infections in children: EAU/ESPU guidelines. *Eur. Urol.* 2015; **67**: 546-58.
- 158 Haraoka M, Yoshida M, Pothuizen M, Polka T, Rinko M, Uchii M. Imaging the urinary tract in children with urinary tract infection. *Ann. Paediatr.* 2011; **100**: 6251-4.
- 159 Lopez-Jankovic T, Chow BS, Nelson CP. Predictive value of specific ultrasound findings when used as a screening test for abnormalities on VCUG. *J. Pediatr. Urol.* 2015; **11**: 176-17.
- 160 Haraoka M, Kurogi R, Horii C, Sudo M. Ultrasonic indicators of urinary reflux in the newborn. *Lancet* 1999; **353**: 319-20.
- 161 Haraoka M, Horii C, Tanaka H, et al. Vesico-urinary reflux in male and female neonates as detected by voiding ultrasonography. *Kidney Int.* 1999; **55**: 1408-98.
- 162 Deme S, Tokmak N, Cengiz N, Nigam A. Value of sonography in assessing posterior urethral valve measurements before and after voiding for predicting vesico-urinary reflux in children. *J. Clin. Ultrasound* 2015; **43**: 466-4.
- 163 Saito M, Uehara S, Kikuchi A, Aizawa K, Itoh Y. Color flow Doppler sonography in the diagnosis of vesico-urinary reflux. *Eur. Urol.* 1994; **26**: 91-7.
- 164 Habboub CF, Al-ARAJ: Detection of low-grade vesico-urinary reflux in children by color Doppler imaging mode. *Pediatr. Surg. Int.* 1997; **12**: 38-41.
- 165 Kamaoka H, Masui T, Saito H, et al. Color Doppler ultrasound evaluation of ureteral jet angle to detect vesico-urinary reflux in children. *J. Urol.* 2016; **195**: 1077-82.
- 166 Kijavitsuk D, Kijavitsuk T, Kozak L, Levat T, Kanda RH. Ultrasonic jet Doppler sonography: is it a reliable predictor of vesico-urinary reflux in children? *Pediatr. Nephrol.* 2009; **24**: 313-4.
- 167 D'Souza MB, Verma NS, AK PK, Das K, Prasad KD, Syngar A. Detecting reflux: does ultrasonic jet Doppler sonography have a role? *Pediatr. Nephrol.* 2013; **28**: 1821-4.
- 168 Rabbitts N, Kijavitsuk D, Tanaka M, Levat TK. Vesico-urinary reflux detection in children: a comparison of the midline-to-ureter distance measurement by ultrasound and voiding ultrasonography. *Pediatr. Nephrol.* 2016; **81**: 957-64.
- 169 Kim HS, O'Hara S, Je BK, Kwon SI, Hori P. Feasibility of rapidly microvascular imaging to detect high-grade vesico-urinary reflux in children with urinary tract infection. *Eur. Radiol.* 2016; **26**: 66-73.
- 170 Takahashi R, Jishi K, Furukawa A, et al. Magnetic resonance voiding cystourethrography for vesico-urinary reflux. *J. Magn. Reson. Imaging* 2007; **25**: 170-4.
- 171 Hiderbrand A, Merckli A, Farhadian M, Bartsch B, Hiderbrand F, Seemil N. Diagnostic accuracy of magnetic resonance voiding cystourethrography for detecting vesico-urinary reflux in children and adolescents. *J. Eur. Med. Sci.* 2013; **18**: 31-4.
- 172 Duan C, Bhatia VP, Gonzalez A, Gomez C, Riopo RD. Contrast-enhanced voiding ultrasonography for vesico-urinary reflux diagnosis in children. *Radiographics* 2017; **37**: 1654-68.
- 173 Dargatz S, Dargatz T, Zager B, Milner K, Radhakrishnan W, Taylor J. Diagnosis of vesico-urinary reflux with ultrasonographic measurement using Doppler. *Radiology* 1999; **210**: 402-9.
- 174 Shukla A, Black SJ, Shukla S, et al. Contrast-enhanced voiding ultrasonography (ceVUS) with the intravenous administration of the ultrasound contrast agent Optison® for vesico-urinary reflux detection in children: a prospective clinical trial. *Pediatr. Radiol.* 2010; **40**: 236-26.
- 175 Collings GP, Rammstedt CE, Chow BS, Patel BJ. Intravenous reflux: diagnosis at contrast-enhanced voiding ultrasonography. *J. Ultrasound Med.* 2016; **35**: 1011-9.
- 176 Wolschik MM, Wolschik AP, Fowles A, et al. Two-dimensional (2D), three-dimensional (3D) and real-time (RT) contrast enhanced voiding ultrasonography (ceVUS) versus voiding cystourethrography (VCUG) in children with vesico-urinary reflux. *Eur. J. Radiol.* 2016; **85**: 1219-45.
- 177 Collings GP, Patel BJ, Rammstedt CE, Chow BS. Radical interventional look-contrast: a potential cause of false-negative reflux study at contrast-enhanced voiding ultrasonography. *Pediatr. Radiol.* 2016; **46**: 1614-7.
- 178 Stanley T, Stannett HM. Solution for radiological imaging. *Arch. Dis. Child Educ. Pract.* 2011; **96**: 101-6.
- 179 Lavery S, Rosenthal C, Galbraith-Lucas A, et al. Prostatectomy is a predictor for high-grade vesico-urinary reflux in children: meta-analysis of individual patient data. *J. Pediatr.* 2011; **159**: 644-51.e4.
- 180 Sun HL, Wu KH, Chen SH, et al. Role of prostatectomy in predicting ultrasonographic vesico-urinary reflux in young children hospitalized with a first febrile urinary tract infection. *Pediatr. Infect. Dis. J.* 2013; **52**: 6148-54.
- 181 Debie J, Schiller E, Liu E, et al. Urinary proteomic analysis to exclude non-vesico-urinary reflux. *Pediatrics* 2012; **129**: e356-63.
- 182 Nagakura P, Polchinski M, Marokos K, et al. Association of kidney disease with urinary peptides: a path towards non-invasive liquid biopsy? *Sci. Rep.* 2017; **7**: 16115.
- 183 Kirsch AJ, Adam AM, Luong T, et al. Vesico-urinary reflux index (VURI): a novel tool to predict primary reflux improvement and resolution in children less than 2 years of age. *J. Pediatr. Urol.* 2014; **10**: 1249-54.
- 184 Adam AM, Garcia-Ring M, Weiss AG, Luong T, Cooper CS, Kirsch AJ. Vesico-urinary Reflux Index: 2-Hour Urinary Analysis and Validation. *J. Urol.* 2016; **195**: 1284-9.
- 185 Garcia-Ring M, Riley DE, McCracken C, Adam AM, Cooper CS, Kirsch AJ. Vesico-urinary reflux index: predicting primary vesico-urinary reflux resolution in children diagnosed after age 24 months. *J. Urol.* 2017; **197**: 1150-7.

- 166 Cooper CS, Birnbaugh KK, Austin JC, Knudson MJ, Brophy PD. Distal ureteral diameter measurement objectively predicts vesicoureteral reflux outcome. *J. Pediatr. Urol.* 2013; **9**: 99–103.
- 167 Cooper CS, Alexander SE, Kieras K, Soem DW. Utility of the distal ureteral diameter on VCUg for grading VUR. *J. Pediatr. Urol.* 2015; **11**: 333.e1–6.
- 168 Arlen AM, Kirsch AJ, Leung T, Cooper CS. Validation of the ureteral diameter ratio for predicting early spontaneous resolution of primary vesicoureteral reflux. *J. Pediatr. Urol.* 2017; **13**: 333.e1–6.
- 169 Bidas G, Billiet J, Nam A *et al.* Predicting the risk of breakthrough urinary tract infections: primary vesicoureteral reflux. *J. Urol.* 2015; **194**: 1796–401.
- 170 Rahamanin IS, Maizels M, Kim SC, Houston JT. The PIC cystogram: a novel approach to identify “occult” vesicoureteral reflux in children with febrile urinary tract infections. *J. Urol.* 2003; **169**: 2339–43.
- 171 Haberal HB, Çimenlik B, Altun M *et al.* Positioning the instillation of contrast cystography: does it provide any clinical benefit? *Urology* 2018; **112**: 164–8.

Jurnal 2 : A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children.

International Journal of Multidisciplinary Trends 2019; 1(1): 30-38

**International Journal of
Multidisciplinary Trends**

E-ISSN: 2709-9168
P-ISSN: 2709-9150
www.ijmultitrends.in
IJMT 2019; 1(1): 30-38
Received: 22-02-2019
Accepted: 28-04-2019

Dr. MD Khizer Razak
Assistant Professor,
Department of Radiodiagnosis,
Aurova Institute of Medical
Sciences and Research,
Meyyanur, Kollam, Kerala,
India

Dr. Sudhakar R
Professor and Head,
Department of Radiodiagnosis,
Aurova Institute of Medical
Sciences and Research,
Meyyanur, Kollam, Kerala,
India

A prospective study comparing direct radionuclide cystography with voiding cystourethrography in the detection and grading of vesicoureteric reflux in children

Dr. MD Khizer Razak and Dr. Sudhakar R

Abstract
Background: Vesico ureteric reflux (VUR) is an important preventable cause of renal failure in pediatric urology. It may be present anatomically and an early detection is crucial to contain the progressive renal damage it can inflict in the early years of life. Voiding Cystourethrography (VCUG), and more recently Direct Radionuclide Cystography (DRCG) are standard tests used to detect and grade VUR. These tests have distinct advantages and disadvantages.
Aims & Objectives: The aims of this study were 1. To compare the efficacy of DRCG in detecting VUR as compared to VCUG (VCUG being taken as the reference standard). 2. To propose a viable grading of VUR on the DRCG.
Methods: A prospective, cross-sectional study that enrolled 54 children was performed. Inclusion criteria were: 1. Children less than 12 years being evaluated for VUR, 2. a sterile urine culture at the time of the tests and 3. Both tests performed within 24 hours of each other (same day study). Demographic data, presenting complaint, provisional diagnosis and presence & grade of reflux on both the tests were documented. Specific statistical parameters in detecting and grading VUR with a DRCG were calculated.
Results: DRCG detected 22 of the 32 renal units that had VUR on the VCUG. It had a sensitivity of 69%, specificity of 100%, positive predictive value of 100%, negative predictive value of 88%, accuracy 91% and Coefficient of Agreement -Kappa of 0.76 (highly significant) in detecting VUR as compared to VCUG. Low grade (IRSC I, II) VUR was likely to be missed on DRCG. Whenever DRCG demonstrated a VUR, the VCUG also showed it. Despite minor differences, we note considerable agreement between the two systems (accuracy - 77.78%, coefficient of agreement with VCUG - Kappa of 0.48, significant) in the grading of VUR.
Conclusions: DRCG compared modestly with VCUG in detecting VUR. A voiding study is suggested to improve the sensitivity. A practical three tier grading of VUR on DRCG with a superior statistical correlation (accuracy -90.38%, coefficient of agreement with VCUG - Kappa of 0.773, highly significant) with the IRSC grading on the VCUG is proposed: A - radioactivity in the ureter (corresponding to IRSC grade I), B - radioactivity in the undilated /minimally dilated pelvicalyceal system, (corresponding to IRSC grades II / III), C - radioactivity in the dilated pelvicalyceal system (corresponding to IRSC grades IV / V). Of these, A and B are Low Grade while C is High Grade VUR.

Keywords: Scintigraphy, pediatric, imaging, grading, reflux

Introduction
Vesico ureteric reflux (VUR) is defined as the abnormal retrograde flow of urine from the urinary bladder into the ureter across the vesicoureteric junction (VUJ). It is a common urologic problem in the pediatric population. The normal VUJ is akin to a valve that allows unidirectional flow from the ureter into the urinary bladder. This is primarily attributed to a submucous oblique tunnel, the ureter traverses as it enters the urinary bladder.
VUR is the second most common functional cause of obstruction in the urinary tract (after pelviureteric junction obstruction) and is common in infancy and early childhood^[1]. It has a detrimental effect on the growth and development of the kidney in particular, and the somatic growth in general. Most children with VUR are known to be in the lower weight percentile groups^[2]. Also, studies show that the renal parenchyma is most vulnerable to infection in the first three years of life^[3]. Untreated VUR predisposes to urinary tract infections that may progress into the spectrum of reflux nephropathy and renal failure.
Up to 50% of infants and children with UTI are known to have VUR^[4] and hence any young child presenting with UTI is screened for VUR. When detected early, VUR is eminently manageable to prevent the potentially deleterious effects on the kidney.

Corresponding Author:
Dr. MD Khizer Razak
Assistant Professor,
Department of Radiodiagnosis,
Aurova Institute of Medical
Sciences and Research,
Meyyanur, Kollam, Kerala,
India

Therefore, considerable emphasis is laid on an early diagnosis of VUR.

Three imaging modalities have been used to detect VUR - Voiding Cystourethrography, Radionuclide Cystography (Direct and Indirect) and Voiding Cystosonography. Voiding Cystourethrography is the conventional and most accepted method and is generally considered the reference standard for diagnosis [1]. It provides good anatomic delineation that is particularly important in imaging associated structural anomalies (e.g. posterior urethral valves) and provides for an accurate grading. Its main drawbacks include bladder catheterization and radiation exposure.

Radionuclide Cystography (Direct and Indirect) are relatively newer tests that have minimal radiation exposure but inferior anatomic delineation. Voiding Cystosonography, a recent extended application of conventional ultrasonography does not involve radiation exposure and is useful both antenatally and postnatally to screen for indirect signs of VUR. It is neither very sensitive nor specific in detecting VUR.

An accurate grading of VUR is crucial, as the higher grades are associated with progressive renal scarring - the principal factor governing the management of VUR [2]. Currently the International Reflux Study Committee criteria³ are universally adopted for the grading of VUR on the VCUG. Renal scarring is best detected on a dimercaptosuccinate (DMSA) scan [3,4].

The management of VUR depends on the etiology and grade of VUR, whether unilateral or bilateral, age of child at the time of detection and most importantly whether renal scarring is present or not [10]. A conservative approach is adopted for the lower grades (I – III) of primary VUR and selected cases of secondary VUR and involves long term chemoprophylaxis and surveillance. A surgical approach implies ureteric reimplantation and is adopted in those with persistent VUR, repeated bouts of breakthrough infections and VUR secondary to selected structural & functional anomalies of the urinary tract [11-13]. The VUR in this category is usually of high grade (IV – V). Newer minimally invasive methods like cystoscopic sub ureteral injection of bulking agents (e.g. collagen) beneath the refluxing orifice are also in vogue with encouraging results. Both the conservative and surgical management options, have had good success rates in arresting scarring [14, 15].

The present study compares DRCG with VCUG, two standard tests, in the detection and grading of VUR. During the early recruitment into the study, there was no internationally accepted practical grading for VUR on the DRCG and this study aimed to propose a viable grading for the same [16].

Materials and Methods

The study was conducted at the Department of Radiology and Pediatric Surgery at the Azeezia medical college and Research Centre, Meeyamoor, Kollam between July 2018 and December 2019. The study was approved by the Institutional Ethical Review Board.

A total of 54 children (108 renal units) were studied.

The inclusion criteria were:

• Children less than 12 years being evaluated for VUR.

• No sterile urine culture at the time of VCUG

• In both tests, the VCUG and DRCG performed within 24 hours of each other (same day study)

Voiding Cystourethrography

This was usually the first of the two tests and conducted at the at the Department of Radiology, Azeezia Medical College and Research Centre, Kollam in the following manner -

- A parent or familiar adult was allowed to accompany the patient throughout the procedure to reassure the child
- The child was administered a prophylactic antibiotic (Inj. Gentamycin @ 5mg/kg body weight) half an hour prior to the test.
- Under aseptic precautions and local anesthetic gel, the bladder was catheterized with an Infant feeding tube of size 5 – 7.
- The child was placed on an X-ray table having under couch tube and fluoroscopic facility. Intermittent fluoroscopy was employed to limit the radiation involved.
- Diluted contrast medium (Urografin 76% and i.v. physiological saline in the ratio 1: 4) at room temperature was instilled under fluoroscopy. Bladder capacity was assumed to be approximately 10 ml/ kg body weight unless previously estimated to be otherwise and instillation stopped with pericatheter leak of contrast.
- The older child was asked to void when he / she felt a strong urge while in children below 2 years and in those with known neurogenic bladder states, the bladder was filled till the child voided around the catheter
- Voiding films were taken in all. Full bladder / post void images were taken where necessary
- Oblique films were taken whenever possible and in males the posterior urethra was carefully imaged.
- Where VUR was present, it was graded according to the International Reflux Study Committee (IRSC) classification. The VCUG was reported on the same day of the test and the patient reported for the DRCG. The result of the VCUG was withheld from the consultant performing the DRCG and vice versa till tabulation and analysis.

Direct Radio-nuclide Cystography

Bladder filling was natural and the older children were instructed to indicate when they have a strong urge to void. About 100 – 500 micro Curie of ^{99m}TcDTPA was injected percutaneously into a full bladder by a suprapubic puncture under ultrasound guidance.

- The child was positioned with his / her back facing the Gamma camera and a full bladder image was obtained.
- In the co-operative children, continuous voiding images were obtained with a maximum exposure time of 100 seconds. All the images were accessible in real time through the computer to acquire adequate exposures for documentation & interpretation.
- Multiple voiding images were obtained in patients where the initial images were negative prior to terminating the study.
- In infants and younger children where, voiding exposures were not possible, immediate post void images were obtained.

The grading of VUR was as per an Institutional Grading (IG) protocol based on the distribution and configuration of the radionuclide activity in the urinary tract.

The description in Table 1 below and the illustrative figures (Figure 1 a, b, c) thereafter exemplify the criteria adopted.

Table 1: The grading of VUR was as per an Institutional Grading (IG)

INSTITUTIONAL GRADE (IG)	CRANIAL DISTRIBUTION OF RADIOACTIVITY AND DELINEATION OF URINARY TRACT ANATOMY
1	Lower ureter
2	Upper ureter
3	Undilated pelvicalyceal system
4	Mild dilatation of the pelvicalyceal system
5	Gross dilatation of the pelvicalyceal system

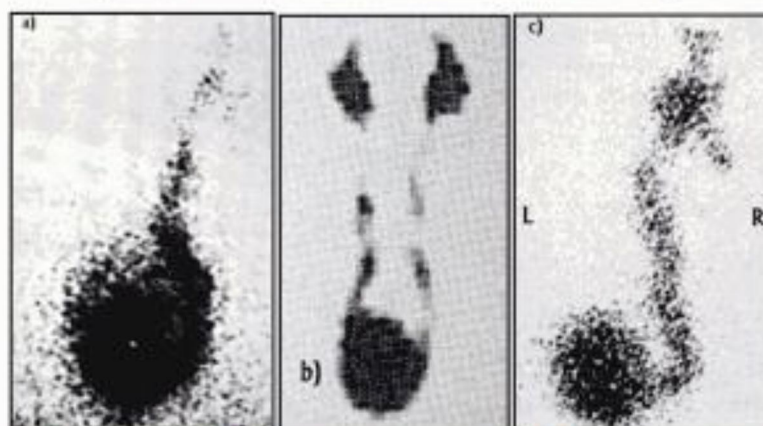


Fig 1: a) DRCG with right grade 4 VUR, b) DRCG with right grade 3 VUR, c) DRCG with bilateral grade 5 reflux according to the IG protocol (Note - the side is as visualized from behind the patient)

The demographic details, presenting complaint, provisional diagnosis and the test results (presence/absence and grading of VUR in individual renal units on VCUG and DRCG) were entered into a proforma and tabulated into a master chart.

The data thus obtained were statistically analyzed to yield the following

- Number of renal units with VUR in each test
- Sensitivity (True positives / True + False positives X 100), and Specificity (True negatives / True + False negatives X 100) of DRCG as compared to VCUG in detecting VUR
- Positive predictive value (True positives / True positives + False negatives X 100) and Negative predictive value (True negatives / True negatives + False positives X 100) of DRCG as compared to VCUG in detecting VUR
- Observed agreement or Accuracy (True positives +

True negatives / Total number of units X 100) of DRCG versus VCUG in detecting VUR

- Coefficient of agreement - Kappa between DRCG and VCUG in detecting VUR
- Distribution and differences in grading of VUR between the tests
- Observed agreement or Accuracy of DRCG versus VCUG in grading VUR
- Coefficient of agreement - Kappa between DRCG and VCUG in grading of VUR

Results

54 children (n=108 renal units) were enrolled for the tests.

Demographic Data

The mean age was 4.5 years (range: 1 month - 10 years). There were 43 males and 11 females (M: F: 4:1). The distribution of presenting complaints / provisional diagnosis is tabled below (Table 2)

Table 2: The distribution of presenting complaints / provisional diagnosis

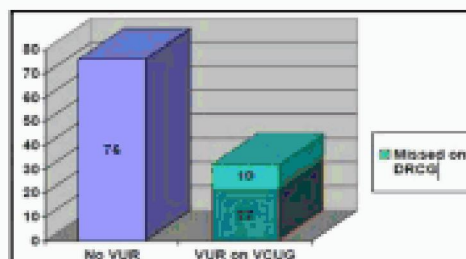
PRESENTING COMPLAINTS / PROVISIONAL DIAGNOSIS	NO. OF PATIENTS
Symptomatic UTI	25
Antenatally detected hydronephrosis / asymptomatic	15
Secondary VUR eg. Neurogenic bladder	5
Known cases of VUR on follow up	5
Intrauterine obstructive uropathy	4

Detection of VUR on the VCUG

Considering VCUG as the Gold Standard, VUR was detected in a total of 32 / 108 renal units (35%) in 21 patients. Of these 15 were males and 6 females; the VUR was bilateral in 11(22 renal units) and unilateral in 10 (10 renal units) patients. Males predominated in unilateral (7 / 10 patients) and bilateral (8 / 11patients) reflux reflecting the overall sex distribution of cases.

Detection of VUR on the DRCG

VUR was detected in a total of 22 /108 renal units (20.1%) in 15 patients, 10 males and 5 females. Males predominated in unilateral (5 / 8 patients) and bilateral (5 / 7patients) reflux. Figure 2 illustrates the number of renal units with and without VUR in both the tests.

**Fig 2:** Detection of VUR in renal units.

DRCG did not detect VUR in 10 of 32 renal units that showed VUR on the VCUG. Of these, 3 were of Grade I, 1

of Grade II and 6 of Grade III IRSC grades. There were none of IRSC grade IV / V that were missed by the DRCG. When DRCG was compared to VCUG in the detection of VUR, the following were the specific statistical correlates which can be calculated from the following Table 3.

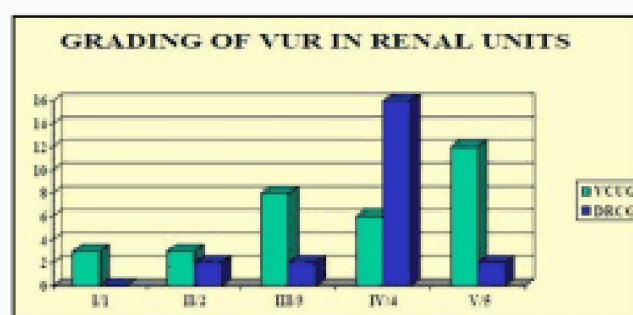
Table 3: Showing the distribution of renal units with respect detection of VUR

		VCUG	
		+	-
DRCG	+	TRUE POSITIVES 22	FALSE NEGATIVES 0
	-	FALSE POSITIVES 10	TRUE NEGATIVES 76

Sensitivity (22 / 32 X 100) - 69%
 Specificity (76 / 76 X 100) - 100%
 Positive Predictive Value (22 / 22 X 100) - 100%
 Negative Predictive Value (76 / 86 X 100) - 88%
 Accuracy (96/108 X 100) - 91%
 Coefficient of Agreement (Kappa) - 0.76
 (with a one tailed $p < 0.001$, significant)

Grading of VUR on the DRCG

Figure 3. summarizes the distribution of VUR grades on the VCUG (IRSC grade) and the DRCG (Institutional grade) for the renal units detected to have VUR on the respective tests.

**Fig 3:** shows the distribution of the grades of VUR, in the 32 renal units, which were detected on VCUG and DRCG.

The distribution of reflux grades in the 22 units with VUR documented on both tests is indicated in figure 4.

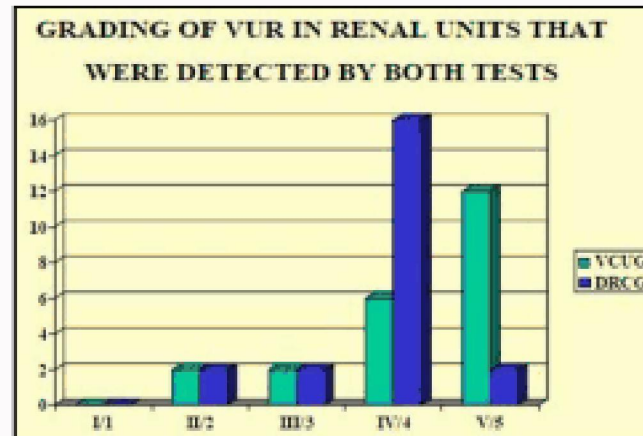


Fig 4: Shows the distribution of the grades of VUR, in the 22 renal units which were detected on both VCUG and DRCG.

Overall, the grading of VUR on the DRCG was comparable to that on the VCUG. If Grade 0 was taken into account then identical grades were seen in 76 out of the 108 renal units, giving a total of 84 renal units, which had exact grading in both tests. DRCG failed to detect VUR in 10 out of 32 renal units that showed VUR in VCUG. Of these 3 were Grade I, 1 of Grade II and 6 of Grade III. Thus the higher grades of VUR (IRSC grades IV and V on VCUG) were always picked up on DRCG while the lower grades (IRSC grades I – III) were occasionally missed.

Of the 22 renal units that manifest VUR on both tests,

identical grades of VUR were reported in 8. It differed in 14 of 22 renal units, in all the difference was a single grade. The higher grade was usually on the VCUG except for 2 renal units a higher grade was seen on the DRCG.

Table 4 depicts the distribution of renal units, the presence/absence of VUR, and the grades assigned to them in the two tests in the form of a grid.

The figures in bold across the diagonal are the number of renal units where the test results are in total agreement and the figures farther from this axis reflect increasing degrees of disagreement between the two.

Table 4: The distribution of renal units, the presence/absence of VUR, and the grades assigned to them in the two tests in the form of a grid

		VCUG					
DRCG	VCUG	NIL	I	II	III	IV	V
	NIL	76	3	1	6	0	0
Grade	I	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	1	1	0	0
	3	0	0	1	1	0	0
	4	0	0	0	0	5	11
	5	0	0	0	0	1	1

The accuracy of grading on DRCG as compared to VCUG was 78% and, the coefficient of agreement Kappa was 0.48 (with a one tailed p value of 0.00001, highly significant)

Discussion

VUR is a common problem in the pediatric age group. It predisposes children to recurrent UTI and its sequel reflux nephropathy is a leading cause of renal failure. Maximal renal injury occurs during the first three years of life. Early detection and optimal management of VUR, medically or surgically, arrests this process.

Any infant or young child presenting with a UTI should be investigated to rule out VUR. The initial screening test is usually an ultrasound that relies heavily on the indirect signs of VUR like hydronephrosis, hydroureteronephrosis or a lower hydroureter to suggest the diagnosis. Since many years, antenatal ultrasonography has facilitated an early detection of VUR. The VCUG is the investigation of choice to confirm and characterize VUR. Of late, a DRCG is being adopted as an alternative or complementary investigative tool in the armamentarium for the diagnosis of VUR.

VCUG is considered the reference gold standard against which newer tests are compared because most available data over decades have conceded that it is highly sensitive in the detection of VUR. Some studies claim comparable or better sensitivity with a DRCG [9]. The comparison between VCUG and DRCG has been marred by the intermittent nature of low grade VUR, performance of the tests at different time periods, lack of an equivalent grading system on the DRCG and the intrinsic differences between the tests. Nevertheless, few studies have compared both the tests in the detection of VUR. Dikshit *et al.* [21] found a sensitivity of 95% and specificity of 95.8% for DRCG as compared to VCUG. They note that the lower grades of VUR may be missed on DRCG and the VCUG may occasionally fail to detect higher grades. In a study of 105 refluxing units, McLaren *et al.* [20] showed DRCG to be more sensitive (91% vs.45%) in detecting VUR in younger infants, irrespective of the grade. Of course, the few VUR missed on the DRCG were mostly low grade. Hence higher grades of VUR were better detected on DRCG as compared to VCUG. The better sensitivity of DRCG is often ascribed to continuous real time observation over a relatively longer period than the VCUG.

Polito *et al.* [27] also found DRCG to be more accurate than fluoroscopic cystourethrography, when all the grades were considered together ($p=0.00001$) or when severe VUR was considered alone ($p=0.004$). Other authors like Fretayus *et al.* [24] and Chapman *et al.* [25] report that VUR is detected equally well by DRCG and VCUG.

This study reveals a modest sensitivity (69%) and negative predictive value (88%) of the DRCG in detecting VUR; the specificity (100%) and Positive Predictive value (100%), accuracy (90.7%) and Coefficient of Agreement (0.76, one tailed $p = 0.000000$) were excellent. A recent study by Jose *et al.* [26] showed similar figures (sensitivity - 75.86%, specificity and positive predictive value of 100% and negative predictive value of 89%).

Like most other authors [28, 27, 24, 26], we note that DRCG may occasionally fail to detect the lower grades (IRSC I to III) reflux rather than the higher grades. It has been suggested that the intermittent nature of low grade reflux and the overlapping bladder radioactivity may contribute to this loss of sensitivity. However similar factors including minimal reflux of unopacified fluid and variation of VUR on consecutive VCUGs [29] may also result in the lower grades being missed on the VCUG.

On the other hand, a failure to detect IRSC grade III VUR on the DRCG in 6/32 renal units with reflux in this study is unacceptable. Reliance on immediate post void studies obtained where voiding studies were not possible could account for the lack of detection in a few instances but other reasons remain elusive. Such deficiencies suggest the need for further standardization of test methodology.

Differences in grading of VUR in both the tests are described. The observed accuracy in grading of VUR on the DRCG (77.8%) and the coefficient of agreement in grading (Kappa) 0.48 between the DRCG and VCUG were satisfactory. However we reiterate that the superior anatomic detail with a VCUG allows for the IRSC grading while a similar anatomical Institutional Grading adopted in this study for the DRCG is relatively less exacting. It is possible to differentiate radiomucic activity in the urinary tract in two places – the ureter and pelvicalyceal system, and segregate mild dilatation from gross dilatation of the urinary tract.

Based on our observations, we would like to propose the following grading for VUR on the DRCG (Table 5)

Table 5: The following grading for VUR on the DRCG

Grade	Cranial distribution of radioactivity and delineation of urinary tract anatomy	Corresponding IRSC grade on VCUG	
A	Ureter	I	Low Grade
B	Undilated / minimally dilated ureter and pelvicalyceal system	II,III	VUR
C	Grossly dilated ureter and pelvicalyceal system	IV,V	High grade VUR

When the 22 common refluxing units were reassigned grades as per the suggested three tier system, there was near

total agreement on the grading between the two tests.

Table 6: the grading between the two tests

Grade	VCUG IRSC GRADE n -22 of 32		Proposed three tier grading	DRCG INSTITUTIONAL GRADE n -22		
	I	II		III	IV	V
I	0	0	A	0	0	1
II	2	4	B	4	2	2
III	2			2		3
IV	6	18	C	18	16	4
V	12				2	5

Table 7 depicts a grid similar to Table 5 featuring the distribution of all the renal units, the presence/absence of VUR, and the grades reassigned to them in the two tests according to the proposed three tier grading system. The

observed accuracy in grading of VUR on the DRCG (90.76%) and the coefficient of agreement in grading (Kappa - 0.773, one tailed p value of <0.001, significant) between the DRCG and VCUG were excellent.

Table 7: The distribution of all the renal units, the presence/absence of VUR, and the grades

		VCUG			
		NIL	A (I)	B (II,III)	C (IV,V)
D R C G	VCUG				
	DRCG				
	NIL	76	3	7	0
	A(1)	0	0	0	0
	B(2,3)	0	0	4	0
	C(4,5)	0	0	0	18

In the present world of evidence based medicine where the risk to benefit ratio of any test is questioned, the role of DRCG is being scrutinized and many feel that it can replace VCUG in detecting and grading VUR. VCUG and DRCG remain complementary investigations in the diagnosis and grading of VUR in children. The choice of investigation depends on various patient dependent, physician dependent and procedure dependent factors. Although broad generalizations are possible (e.g. VCUG in a male child where a structural infravesical obstruction with VUR is suspected; DRCG to screen siblings of a child with primary VUR), every case is individualized. A more stringent standardization of procedure and reporting of results will facilitate meaningful comparisons of relevant facts and figures.

Conclusion

In this same day study comparing DRCG and VCUG in the detection and grading of VUR, the following were observed

Detection of VUR

DRCG compared modestly with VCUG in the detection of VUR with a sensitivity of 69% and negative predictive value of 88%. The specificity (100%), positive predictive value (100%) and accuracy (90.74%) were excellent while coefficient of agreement with VCUG (Kappa - 0.76) was highly significant. Low grade VUR (IRSC I-III) was occasionally likely to be missed on DRCG.

Grading of VUR

Despite minor differences in grading of VUR between the Institutional Grading of DRCG and IRSC grading of VCUG, we note considerable agreement between the two systems (accuracy - 77.78%, coefficient of agreement with VCUG - Kappa of 0.48, significant).

Proposed Grading

A practical three tier system of grading on the DRCG with superior statistical correlation (accuracy -90.76%,

coefficient of agreement with VCUG - Kappa of 0.773, highly significant), with the IRSC grading on the VCUG is proposed.

Summary

Vesico ureteric reflux (VUR) or the abnormal retrograde flow of urine from the urinary bladder into the ureter across the vesico ureteric junction may be present antenatally and an early detection is crucial to contain the progressive renal parenchymal injury it can inflict in the vulnerable early years of life. An important preventable cause of renal failure in children, untreated VUR predisposes to urinary tract infections that may progress into the spectrum of reflux nephropathy. Besides other factors, the grade of VUR and extent of renal scarring dictate the plan of management, hence the importance of accurate imaging.

Voiding Cystourethrography (VCUG), and more recently Direct Radiopaque Cystography (DRCG) are standard tests used to detect and grade vesico ureteric reflux. Voiding Cystourethrography is the conventional and most accepted method and is generally considered the reference standard for diagnosis. DRCG is a relatively newer test with minimal radiation exposure but inferior anatomic delineation.

The present study compared DRCG with VCUG in the detection and grading of VUR and adds to the scant literature on this subject. This was a prospective, cross-sectional, same day study that enrolled 54 children (108 renal units) being investigated for VUR.

DRCG detected 22 of the 32 renal units that had VUR on the VCUG (sensitivity of 69%, specificity of 100%, positive predictive value of 100%, negative predictive value of 88%, accuracy 91% and Coefficient of Agreement -Kappa of 0.76, highly significant) in detecting VUR as compared to VCUG. Low Grade (Grade I, II) VUR was occasionally missed on the DRCG. Despite minor differences, there is considerable agreement between the two systems (accuracy - 77.78%, coefficient of agreement with VCUG - Kappa of 0.48, significant) in the grading of VUR.

DRCG compared modestly with VCUG in detecting VUR. A voiding study is suggested to improve the sensitivity.

The proposed practical three tier grading of VUR on the DRCG with a superior statistical correlation with the IRSC grading on the VCUG (accuracy -90.76%, coefficient of agreement with VCUG - Kappa of 0.773, one tailed p value of 0.0000000, highly significant), is as follows: A - radioactivity in the ureter (corresponding to IRCS grade I), B - radioactivity in the undilated /minimally dilated pelvicalyceal system, (corresponding to IRSC grades II / III), C - radioactivity in the dilated pelvicalyceal system (corresponding to IRSC grades IV / V).

References

1. Donald WS, Gerhard G. The Kidney. Philadelphia (USA): Lippincott Williams and Wilkins, 2000.
2. Drosskin JY, Pedemitter AD. Vesicoureteral reflux in children: a comprehensive review. *J Urol.* 1973; 109:888.
3. Rolleston GL, Shannon FT, Utley WLF. Relationship of infantile vesicoureteral reflux to renal damage. *Br Med J.* 1970; 1:460.
4. Bailey RR. The relationship of vesicoureteral reflux to urinary tract infection and chronic pyelonephritis-reflux nephropathy. *Clin Nephrol.* 1973; 1:132.

5. Grainger RG, Allison DJ, Adam A, Dixon AK. Diagnostic Radiology. 4th ed. London: Harcourt Publishers, 2001.
6. Elder J, Peters CA, Arant BS *et al.* The Paediatric Vesicoureteral reflux - Guideline Panel summary report on the management of primary vesicoureteral reflux in children. *J Urol.* 1997; 157:1846.
7. International Reflux Study Committee. Medical versus Surgical treatment of Primary vesicoureteral reflux: a prospective international reflux study in children. *J Urol.* 1981; 125:277.
8. Robert W Schrier. Diseases of the Kidney and Urinary tract. Lippincott Williams and Wilkins, 2001. Philadelphia pg.
9. Galen, cited by Polk HC Jr. Notes on Galenic Urology. *Urol Surg.* 1905; 15:2.
10. Bell C. Account of the muscles of the ureter and their effects in the irritable states of the bladder. *Med Chir Trans.* 1812; 3:171.
11. Sampson JA. Ascending renal infection: with special reference to the reflux of urine from the bladder into the ureters as an etiological factor in its causation and maintenance. *Bull Johns Hopkins Hosp.* 1903; 14:334.
12. Bumpus HC Jr. Urinary reflux. *J Urol.* 1924; 12:341.
13. Loblein M. Ueber Schrumpfnieren. *Beitr Pathol Anat.* 1917; 63:570.
14. Hodson CJ. The radiological diagnosis of pyelonephritis. *Proc R Soc Med.* 1959; 52:669.
15. Schrier RW. Diseases of the Kidney and Urinary Tract. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2001.
16. Rolleston GL, Shannon FT, Utley WLF. Relationship of infantile vesicoureteral reflux to renal damage. *Br Med J.* 1970; 1:460.
17. Rolleston GL, Shannon FT, Utley WLF. Follow up of vesicoureteral reflux in the newborn. *Kidney Int.* 1975; 8:559.
18. Rolleston GL, Maling TMJ, Hodson CJ. Intra renal reflux and the scarred kidney. *Arch Dis Child.* 1974; 49:531.
19. Hodson CJ *et al.* The pathogenesis of reflux nephropathy. *Br J Radiol.* 1975; 46[Suppl 18]:1.
20. Bailey RR, Lynn KL, Smith AH. Long term follow up of infants with gross vesicoureteral reflux. *J Urol.* 1992; 148:1709.
21. Hutch JA. Anatomy and physiology of the bladder, trigone and urethra. London: Butterworths, 1972.
22. Belman AB, Lowell RK, Kramer SA. Clinical Pediatric Urology. 4th ed. London: Martin Dunitz Ltd, 2002.
23. McGovern JH, Marshall VF, Paquin AJ. Vesicoureteral regurgitation in children. *J Urol.* 1960; 83:122.
24. Hutch JA. Theory of maturation of the intravesical ureter. *J Urol.* 1961; 86:534.
25. Tanagho EA, Hutch JA. Primary reflux. *J Urol.* 1965; 93:158.
26. Vermillion CD, Heale WF. Position and configuration of the ureteral orifice and its relationship to renal scarring in adults. *J Urol.* 1973; 109:579.
27. Tamminen TE, Kaprio EA. The relationship of the shape of renal papilla and of collecting duct openings to intra renal reflux. *Br J Urol.* 1977; 49:345.
28. Koff SA. Relationship between dysfunctional voiding and reflux. *J Urol.* 1992; 148:1703.

29. Motley PD, Heyman S, Duckett JW *et al*. Direct vesicoureteral scintigraphy: quantifying early outcome predictors in children with primary reflux. *J Nucl Med*. 1994; 10:1602.
30. McLaren CJ, Simpson ET. Direct comparison of radiology and nuclear medicine cystograms in young infants with vesico-ureteric reflux. *BJU International*. 2001; 87:93.
31. Roberts JA. Vesicoureteral reflux in the primate. *Invest Urol*. 1974; 12:88.
32. Ransley PG, Risden RA. Reflux and renal scarring. *Br J Radiol Suppl*. 1978; 14:1.
33. Jacobson SH *et al*. Development of hypertension and uraemia after pyelonephritis in childhood: 27 year follow up. *Br Med J*. 1989; 299:703.
34. Hirasaka M, Hara C, Tsukahara H *et al*. Congenitally small kidneys with reflux as a common cause of nephropathy in boys. *Kidney Int*. 1997; 52:811.
35. Wennerstrom M, Hansson S, Jodal U *et al*. Primary and acquired renal scarring in boys and girls with urinary tract infection. *J Pediatr*. 2000; 136:30.
36. Hodson CJ, Maling TMJ, McManamon PJ *et al*. The pathogenesis of Reflux nephropathy. *Br J Radiol*. 1975; 13(Suppl):1.
37. Ransley PG, Risden RA. Reflux nephropathy: effects of antimicrobial in the evaluation of the early pyelonephritic scar. *Kidney Int*. 1981; 20:733.
38. Merrick MV, Notghi A, Chalmers N *et al*. Long term follow up to determine the prognostic value of imaging after urinary tract infections. *Arch Dis Child*. 1995; 72:338.
39. Polito C, Rambaldi PF, La Manna A, Mansi L, Di Toro R. Enhanced detection of vesicoureteric reflux with isotopic cystography. *Pediatr Nephrol*. 2000; 14:827-30.
40. Paltiel HJ, Rupich RC, Kirulata HG. Enhanced detection of vesicoureteric reflux in infants and children with the use of cyclic- voiding cystourethrography. *Radiology*. 1992; 184:780.
41. Schrier RW. *Diseases of the Kidney and Urinary Tract*. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2001.
42. Winter CC. A new test for vesicoureteral reflux: an external technique using radioisotopes. *J Urol*. 1959; 81:15.
43. Dodge EA. Vesicoureteral reflux: diagnosis with iodine 131 sodium orthoiodohippurate. *Lancet*. 1963; 1:303.

Jurnal 3 : *Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography*

American Academy of
Pediatrics, USA

Keywords

Voiding cystourethrography;
Vesicoureteral reflux; Patient
safety; Standard protocol

Abbreviations

AAP, American Academy of
Pediatrics; ALARA, as low as (is)
reasonably achievable; AP,
anterior-posterior; KUB, kid-
neys, ureters, and bladder;
PVR, postvoid residual; VCUG,
voiding cystourethrogram; VUR,
vesicoureteral reflux.

Available online 31 October
2016

Journal of Pediatric Urology (2016) 13, 360–368

Clinical Report: Guidance for the Clinician In Rendering Pediatric Care

Establishing a standard protocol for the voiding cystourethrography^{*}



Dominic Frimberger, Stuart B. Bauer, Mark P. Cain,
Saul P. Greenfield, Andrew J. Kirsch, Faridali Ramji,
Maria-Gisela Mercado-Deane, Christopher S. Cooper

Summary

The voiding cystourethrogram (VCUG) is a frequently performed test to diagnose a variety of urologic conditions, such as vesicoureteral reflux (VUR). The test results determine whether continued observation or an interventional procedure is indicated. VCUGs are ordered by many specialists and primary care providers, including pediatricians, family practitioners, nephrologists, hospitalists, emergency room physicians, and urologists. Current protocols for performing and interpreting a VCUG are based on the International Reflux Study in 1985. However, more recent information provided by many national and international institutions suggests a need to refine those recommendations. The lead author of

the 1985 study, R.L. Leibowitz, agreed to and participated in the current protocol. In addition, a recent survey directed to the chairpersons of pediatric radiology of 65 children's hospitals throughout the United States and Canada showed that VCUG protocols vary substantially. Recent guidelines from the American Academy of Pediatrics (AAP) recommend a VCUG for children between 2 and 24 months of age with urinary tract infections but did not specify how this test should be performed. To improve patient safety and to standardize the data obtained when a VCUG is performed, the AAP Section on Radiology and the AAP Section on Urology initiated the current VCUG protocol to create a consensus on how to perform this test.

Introduction

The voiding cystourethrogram (VCUG) and the nuclear cystogram are the accepted tests in national and international institutions to diagnose vesicoureteral reflux. The VCUG aims to image the urinary tract, including the urethra, bladder, ureters, and kidneys, during bladder filling and emptying. The VCUG has many components that can be individually reviewed on the basis of evidence, but no evidence-based protocol for the VCUG per se is available. The International Reflux Study in 1985 [1] is the only published protocol. However, a recent survey directed to the chairpersons of pediatric radiology of 65 children's hospitals in the United States and Canada showed that VCUG protocols vary substantially [2]. The use of different VCUG protocols raises concerns about patient safety and does not allow valid comparison of

data and outcomes between individuals and institutions. Unlike the VCUG, most imaging studies are performed by using protocols that have national and often international consensus that allow the comparison of results across centers and achieve a uniform level of patient safety. Recent guidelines from the American Academy of Pediatrics (AAP) recommend a VCUG for children between 2 and 24 months of age with a urinary tract infection but did not specify how this test should be performed [3]. Ward et al. [4] compared the radiation exposure and effective dose in children undergoing VCUG. They found an 8 times reduced radiation exposure when using grid-controlled, variable-rate pulsed fluoroscopy versus conventional continuous fluoroscopy. To strike the balance between obtaining high-quality images and minimizing radiation exposure, radiology departments should observe the

^{*} This document is copyrighted and is property of the American Academy of Pediatrics and its Board of Directors. All authors have filed conflict of interest statements with the American Academy of Pediatrics. Any conflicts have been resolved through a process approved by the Board of Directors. The American Academy of Pediatrics has neither solicited nor accepted any commercial involvement in the development of the content of this publication. Clinical reports from the American Academy of Pediatrics benefit from expertise and resources of liaisons and internal (AAP) and external reviewers. However, clinical reports from the American Academy of Pediatrics may not reflect the views of the liaisons or the organizations or government agencies that they represent. The guidance in this report does not indicate an exclusive course of treatment or serve as a standard of medical care. Variations, taking into account individual circumstances, may be appropriate. All clinical reports from the American Academy of Pediatrics automatically expire 5 years after publication unless reaffirmed, revised, or retired at or before that time.

"as low as (b) reasonably achievable" (ALARA) and Image Gently guidelines. Image Gently is an initiative of the Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging. Both promote radiation protection for the patient and radiologic personnel [5,6].

Differences in individual test parameters can have a significant effect on the outcome of the test and have the potential to influence management protocols for individual patients. In a study in 183 patients after minimally invasive ureteral injection therapy, 60% of patients with a post-operative positive VCUG result did not show VUR until the bladder was filled over the age-adjusted bladder capacity [7]. If an alternative protocol had been used that filled the bladder just to the age-adjusted capacity, those patients would have had a negative study result, and their surgery would have been considered successful. Therefore, the postoperative success rates would be a function not only of the surgical technique and skill of the surgeon but also of the specific VCUG imaging technique.

Many components of the VCUG are universally accepted and performed equally throughout different institutions. Little discussion exists regarding the necessity to empty the bladder before the test and to use a small nonballoon catheter for filling. The use of more than 1 bladder filling is a common standard, because several groups showed that cyclic filling increases the reliability to detect VUR [8,9]. It is also well established that several voiding cycles may be necessary to detect the presence of an ectopic, refluxing ureter [10]. The documented relationship between bladder volume at the onset of VUR and outcome causes many pediatric urologists to ask their radiology departments to note the bladder volume when VUR first occurs. Bladder volume when VUR first occurs is important, because previous studies have shown that VUR occurring at lower bladder volumes and pressure has a tendency to resolve spontaneously less often independent of grade [11]. In addition, Alexander et al. [8] verified that bladder volume at the onset of VUR is an independent risk factor for breakthrough febrile urinary tract infection.

The VCUG can be a traumatizing test for patients and parents alike. Sedation can be used as long as the effects do not alter the voiding phase and therefore the outcome of the test. However, patient and parent education, along with providing a comfortable environment with well-trained staff and the addition of child life specialists when available, is of great importance to minimize stress [12,13].

The multitude of data on the effect of the VCUG technique on test outcome has caused many departments to adapt similar parameters of the VCUG in their protocols, such as the practice guidelines of the American College of Radiology [1,4]. However, other components of the VCUG are controversial, such as the use of sedation or immobilization. These controversies lead to different protocols among institutions, making it problematic to compare outcomes even when the details of the technique are reported.

Standard evidence-based protocols in medicine are important to minimize patient risk and to improve the validity of comparing data and outcomes between individuals and institutions. Great efforts were made to ensure that the renal scan protocol used in the Randomized Intervention for Children with Vesicoureteral Reflux (RIVUR) Study was uniform across the participating centers

[15]. However, the very test that evaluated the presence and grade of VUR was not standardized. To improve our understanding of VUR, a standardized protocol of how to perform the diagnostic VCUG study is necessary.

Because the VCUG is ordered by many different pediatric specialties and the test results are used to determine treatment for the individual patient, this statement disseminates the current protocol to reach the broad community of pediatric health care providers. Medical circumstances can make it necessary to alter the protocol to accommodate a patient's specific needs; in those cases, the reasons should be documented and the changes noted in the report.

VCUG template

Patient name; Date of birth; Medications; Medical record number;

Date of study:

Reason for examination: Information provided by ordering physician

Comparison: Previous studies

Technique:

Informed consent is obtained and documented in the patient's record.

1. Observe ALARA and Image Gently principles (see ALARA/Image Gently Principles) [5,6].
2. Observe recommendations for possible sedation (see Sedation).
3. Observe recommendations for possible immobilization (see Immobilization).
4. Toilet trained: allow patient to void in private bathroom immediately before the study.
5. After voiding and for non-toilet-trained individuals: insert a small age-appropriate (3.5–8 French) non-balloon catheter with the use of sterile technique (see Sterile Catheterization).
6. Measure postvoid residual (PVR) urine in milliliters.
7. Obtain a single anterior-posterior (AP) scout image covering the kidneys, ureters, and bladder (KUB).
8. Retrograde fill the bladder (see Bladder Filling) with radiographic contrast (see Contrast) at body temperature.
9. During filling, obtain multiple spot images in AP, right and left oblique, and lateral position (see Spot Images).
10. Fill bladder until voiding occurs and stop contrast flow (see Bladder Filling).
11. Obtain voiding images of the urethra (see Spot Images).
12. Refill bladder until voiding occurs (see Cyclic Voiding, Bladder Filling).
13. Obtain voiding and postvoid images of the kidneys and bladder (see Spot Images).
14. Record maximum amount of contrast instilled.

Findings:

Scout image:

1. Osseous structures, especially symphyses and spine and surrounding soft tissues
2. Any other abnormalities

3. Bowel gas pattern and amount of stool in various portions of the colon to assess for constipation

Bladder:

1. Shape and contour
2. Filling defects, trabeculations, or other abnormalities
3. Maximum bladder capacity (at time of first void if cyclic study)
4. Estimate of PVR volume (mild, moderate, or large)
5. Note position and appearance of the bladder neck

VUR:

1. Record onset of VUR for each side:
 - (a) approximate bladder volume at which reflux occurred and (b) onset of reflux during filling or voiding.
2. Grade VUR according to the International Reflux Study [see VUR Grading].
3. Comment on the insertion site and anatomy of the ureter(s):
 - (a) normal versus ectopic; (b) single versus duplicated or bifid system, and (c) insertion near or in a diverticulum.
4. Assess drainage of VUR after void. In some patients with VUR, recatheterization may be necessary to assess drainage of the refluxed material, especially in non-toilet-trained children.

Voiding:

1. Record bladder volume at onset of voiding.
2. Note appearance of bladder neck as child voids.
3. Estimate bladder volume residual (mild, moderate, or large).

Urethra:

1. Record urethral abnormalities including dilatation, valves, strictures, and the appearance in the region of the external sphincter.
2. Record reflux into ejaculatory ducts.

Impression:

Summarize findings.

Definition of parameters

ALARA and Image Gently principles

As defined in Title 10, Section 20.1003 of the Code of Federal Regulations (10 CFR 20.1003), ALARA is an acronym for "as low as (is) reasonably achievable," which means making every reasonable effort to maintain exposures to ionizing radiation as far below the dose limits as is practical, consistent with the purpose for which the licensed activity is undertaken, taking into account the state of technology, the economics of improvements in relation to the state of technology, the economics of improvements in relation to benefits to the public health and safety, and

other societal and socioeconomic considerations, and in relation to the utilization of nuclear energy and licensed materials in the public interest (US Nuclear Regulatory Commission; last updated December 10, 2012).

The Image Gently Campaign is an initiative of the Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging. The campaign goal is to change practice by increasing awareness of the opportunities to promote radiation protection in the imaging of children (www.pedrad.org/associations/5364/ig and <http://www.imagegently.org/Portals/6/Radiologists/Background4radiologists.pdf>).

Sedation

1. Child and family education, preparation, and support during the examination are important for the success of the study (use a certified child life specialist if available) [13].
2. Encourage supportive family members to be present in the fluoroscopic suite.
3. The use of sedation is acceptable in certain situations when all less intrusive methods fail to achieve a relaxed atmosphere for the child and/or family.
4. Because voiding is an integral part of the VCUG, if sedation is used, it should not interfere with voiding.
5. The specific sedation used (oral, intravenous, or inhalation) is at the discretion of the physician and the institution's guidelines. When sedation is used, it should follow the guidelines for preparation, monitoring, and recovery as set forth by the AAP [16].
6. Because sedation may alter results, its use should be noted in reports, presentations, and manuscripts.

Immobilization

High-quality images with observation of the ALARA and Image Gently principles are required. Restraining devices usually are not necessary but can be used in certain situations.

Contrast material

Commonly used contrast materials include the following: iohalamate meglumine (Cysto-Conray 17%, Mallinckrodt Pharmaceuticals, manufactured by Liebel-Flarsheim Company LLC, Raleigh, NC) and full-strength diatrizoate meglumine (Cystografin, Bracco Diagnostics, Monroe Township, NJ). The type of contrast should be identified in the report.

Sterile catheterization

Strict adherence to the principles of medical and surgical asepsis:

1. Wash hands, clean perimeatal region with antiseptic solution and provide a sterile field.
2. Wash hands, reapply sterile gloves, then insert catheter.
3. Appropriate use of lidocaine or other anesthetic gel has been shown to reduce discomfort but requires adequate contact time to be effective. In boys, lidocaine gel is instilled into the urethra. Lidocaine gel on a gauze pad

- can be applied to the interlabial area in girls, followed by instillation of gel into the urethra [17].
- 4. Placement of the catheter is facilitated by clear identification of the urethral meatus, and exposure is often facilitated by an assistant for girls.
- 5. Collect urine in a sterile container and record PVR.
- 6. Send urine for analysis and culture as indicated.

Radiology departments can make specific arrangements to send a urine specimen for analysis and culture if requested by the ordering physician.

Spot images

Images must be of high quality and should be taken in accordance with the ALARA and Image Gently principles. The usual number of images is KUB + 12 images. Images should be saved from the fluoroscopic imaging rather than obtained by separate reexposures to reduce radiation. If there is pathology, additional images can be obtained to show the abnormality.

Recommended images for the different VCUG phases are as follows:

First fill:

1. AP early first fill
2. AP late first fill
3. At late first fill: AP right anterior oblique, AP left anterior oblique, lateral spine included

Second fill:

AP right anterior oblique and AP left anterior oblique

Voiding phase

1. AP bladder when voiding occurs:
 - a. Females: AP urethra (2–4 images)
 - b. Males: LAT to oblique, entire urethra during voiding from the bladder neck to the tip of the penis (2–4 images)

Postvoid

Single KUB, including bladder, ureters, and kidneys.

Bladder filling

1. Fill bladder with gravity at 100 cm above the examination table.
2. If filling pump is used, infuse at 10% of expected bladder capacity per minute.
3. Estimated bladder capacity as follows [18,19]:
 - a. For patients <2 y of age: weight (kg) $\times$ 7
 - b. For patients >2 y to 14 years of age:
 - i. In ounces: age in years + 1
 - ii. In milliliters: (age in years $\times$ 30) + 30
 - c. For patients >14 years of age: 500 mL
4. Record infused volume [20]:
 - a. Standard: record volume:
 - i. At onset of VUR
 - ii. Maximum volume infused at time of void
 - iii. PVR estimate (mild, moderate, or large)
 - b. Additional recommendation for complex cases:
 - i. Volume when child is uncomfortable
 - ii. Volume when voiding with strong stream
5. Fill bladder until voiding occurs. If bladder filling reaches ≥ 2 times bladder capacity and no voiding takes place, consider subsequent evaluation of patient with video-urodynamic study.

Cyclic VCUG

At least 2 voiding cycles are recommended to identify a potential ectopic ureter or intermittent VUR [21].

1. Child can void around the catheter for the first void.
2. Refill bladder and remove catheter for second void.
3. If an ectopic ureter and VUR is identified on first void and good urethral images are obtained, there may be no need for a second cycle.

VUR grading

Grade I: ureter only

Grade II: ureter, pelvis, and calyces, no dilatation, normal calyceal fornices

Grade III: mild or moderate dilatation and/or tortuosity of the ureter and mild or moderate dilatation of the renal pelvis; no or only slight blunting of the fornices

Grade IV: moderate dilatation and/or tortuosity of the ureter and moderate dilatation of the renal pelvis and calyces; blunting of the sharp angle of the fornices but maintenance of the papillary impressions in the majority of calyces

Grade V: gross dilatation and tortuosity of the ureter; severe dilatation of the renal pelvis and calyces; the papillary impressions are no longer visible in the majority of calyces

Financial disclosure

The authors have indicated they do not have a financial relationship relevant to this article to disclose.

Potential conflict of interest

The authors have indicated they have no potential conflicts of interest to disclose.

Acknowledgments

The current clinical report is the work of the VCUG consensus team, working together closely in collecting and analyzing the available data. The authors thank the members of the team who contributed to the development and writing of this report: Dr. Christopher S. Cooper, MD, FAAP, Dr. Stuart B. Bauer, MD, FAAP, Dr. Mark P. Cain, MD, FAAP, Dr. Saul P. Greenfield, MD, FAAP, Dr. Andrew J. Kirsch, MD, FAAP, and Dr. Faridali Ramji, MD. The authors also express

their sincere gratitude to Ms. Kathleen Omerall for her help in developing this report.

Lead Authors

Dominic Frimberger, MD
 Maria-Gisela Mercado-Deane, MD, FAAP

Section on Urology Executive Committee, 2014–2015

Patricia H. McKenna, MD, FAAP, Chairperson
 J. Christopher Austin, MD, FAAP
 Paul F. Austin, MD, FAAP
 Christopher S. Cooper, MD, FAAP
 Saul P. Greenfield, MD, FAAP
 C. D. Anthony Hendon, MD, FAAP
 Thomas F. Kolon, MD, FAAP
 Andrew E. Mackelty, MD, FAAP
 John M. Park, MD, FAAP
 Julian H. Wan, MD, FAAP, Immediate Past Chairperson

Section on Radiology Executive Committee, 2014–2015

Maria-Gisela Mercado-Deane, MD, FAAP, Chairperson
 Agneta Annun, DO, FAAP
 Dorothy Bales, MD, FAAP
 John Cassese, MD, FAAP
 Sarah Mills, MD, FAAP
 F. Glen Sedell, MD, FAAP
 Christopher Cassidy, MD, FAAP, Immediate Past Chairperson

Staff

Kathleen Kuk Omerall

References

- [1] Lebowitz RL, Olbing H, Parkkilaen KV, Smolke JM, Tammen-Melila TE. International system of radiographic grading of vesicoureteric reflux. *International Reflux Study in Children*. *Pediatr Radiol* 1983;13(2):105–9.
- [2] Palmer BW, Baum TG, Snyder CT, Hampill M, Koop BF, Fritsberger D. Voiding cystourethrogram—are our protocols the same? *J Urol* 2011;186(4 Suppl.):1668–71.
- [3] Roberts KB. Subcommittee on Urinary Tract Infection, Steering Committee on Quality Improvement and Management. Urinary tract infection: clinical practice guideline for the diagnosis and management of the initial UTI in febrile infants and children 2 to 24 months. *Pediatrics* 2011;128(3):593–610.
- [4] Ward VL, Strawn KL, Barnwell CE, Zurekowski D, Verashchikov V, Poley FH, et al. Pediatric radiation exposure and effective dose reduction during voiding cystourethrography. *Radiology* 2008;246(3):1002–6.
- [5] ALARA: As defined in Title 10, Section 20.1003, of the Code of Federal Regulations (10 CFR 20.1003), US Nuclear Regulatory Commission. Last updated December 10, 2012. Available at: <http://www.nrc.gov/reading-mfr/basic-ref/glossary/ala.html>. [Accessed 8 September 2014].
- [6] The Alliance for Pediatric Radiation Imaging. Image Gently. Available at: www.imagegently.org. [Accessed 25 January 2016].
- [7] Palmer BW, Fritsberger D. Clinical and radiographic success after dexamethasone/hyaluronic acid copolymer injection for the treatment of vesicoureteral reflux [abstract]. Presented at the South Central Section of the American Urological Association, San Antonio, TX, September 14–17, 2011.
- [8] Alexander SE, Arlen AM, Storm DW, Kieran K, Cooper CS. Bladder volume at onset of vesicoureteral reflux is an independent risk factor for breakthrough febrile urinary tract infection. *J Urol* 2015;193(4):1342–6.
- [9] Papadopoulos P, Efremidis SC, Oikonomou A, Baskouraki M, Fantioti M, Papachristou P, et al. Cyclic voiding cystourethrography: is vesicoureteral reflux missed with standard voiding cystourethrography? *Eur Radiol* 2003;13(3):666–70.
- [10] Pozzo G, Meggio G, La Manna A, Cioce F, Cappabianca S, Di Toro R. Cyclic voiding cystourethrography in the diagnosis of occult vesicoureteric reflux. *Pediatr Nephrol* 2003;14(1):38–41.
- [11] McMillan SN, Austin JC, Hanbury CE, Knudson MJ, Cooper CS. Bladder volume at onset of reflux in initial cystogram predicts spontaneous resolution. *J Urol* 2006;176(4 Pt 2):1838–41.
- [12] Steigland E, Andriessen S, Jacobson B, Jodel U, Lyng B. Sedation with midazolam for voiding cystourethrography in children: a randomized double-blind study. *Pediatr Radiol* 2003;33(4):247–9.
- [13] Salzman K, McGeehan P, Pereira JK. Brief report: optimizing children's memory and management of an invasive medical procedure: the influence of procedural narration and distraction. *J Pediatr Psychol* 2006;31(3):322–7.
- [14] American College of Radiology and the Society for Pediatric Radiology. ACR–SPR Practice Parameter for the Performance of Voiding Cystourethrography in Children. Reston, VA: American College of Radiology and the Society for Pediatric Radiology; Revised 2014 (revision 15). Available at: http://www.acr.org/~imrmedia/ACR/Document/75075/guideline/Voiding_Cystourethrography.pdf. [Accessed 25 January 2016].
- [15] Jackson TK, Cheung RW, Greenfield SP, Piddarone A, Kwon R, Mathews R, et al. Acetaminophen prophylaxis for children with vesicoureteral reflux. *N Engl J Med* 2014;370(23):2367–76.
- [16] Cole CL, Wilson S. American Academy of Pediatrics, American Academy of Pediatric Dentistry. Guidelines for monitoring and management of pediatric patients before, during, and after sedation for diagnostic and therapeutic procedures: update 2016. *Pediatrics* 2016;138(1):e20161212.
- [17] Garand LL, Cooper CS, Douthett RN, Gordley BW, Kiebler CM. Effectiveness of ibuprofen lubricant for discomfort during pediatric urethral catheterization. *J Urol* 2003;170(2 Pt 1):554–7.
- [18] Furthman JJ, Rubin CM, Hyde L, Freeman RW, Williams JD. Bladder capacity in infants. *J Pediatr Surg* 1991;26(1):55–7.
- [19] Hyalamin K. Urologisches in normalen Infants und Children. *Scand J Urol Nephrol Suppl* 1988;114:20–7.
- [20] Cooper CS, Mathen MF, Austin JC, Hanbury CE, Garand LL, Knudson MM. Bladder pressure at the onset of vesicoureteral reflux determined by nuclear cystourethrogram. *J Urol* 2003;170(4 Pt 2):1537–40.
- [21] Jaeger S, Jaeger JC. Reliability of voiding cystourethrogram to detect reflux. *Am J Roentgenol* 1989;153(4):807–10.