

Videourodinamia con cistasonografía para estudio de la disfunción miccional y otras uropatías en niños

M.S. Fernández Córdoba¹, C. Parrondo Muños², Y.M. Argumosa Salazar¹, V. Marijuán Sahuquillo¹, M. Ramírez Piqueras¹, T. Moratalla Jareño¹, J. Rojas Ticona¹, A. Vidal Company³

Servicio de Cirugía Pediátrica¹, Servicio de Radiología², Servicio de Pediatría³. Complejo Hospitalario Universitario de Albacete.

RESUMEN

Objetivos. Valorar la utilidad de una nueva modalidad de videourodinamia sin radiaciones ionizantes en el estudio de disfunciones miccionales y otras uropatías en niños, sustituyendo cistouretrografía miccional seriada por cistasonografía o urosonografía miccional.

Material y métodos. Estudio prospectivo con realización simultánea de cistomanometría de llenado y cistasonografía en 43 niños durante los dos últimos años. El contraste sonográfico fue infundido a través del catéter de urodinamia.

Resultados. 18 niñas y 25 niños, con edades de entre 2 meses y 14 años (media de 6,18 años). La indicación más frecuente en los varones fue disfunción miccional y en las niñas seguimiento de reflujo. El 60,5% presentaba alteraciones urodinámicas, predominando baja acomodación vesical (N = 9), hiperactividad del detrusor mixta (N = 5) y disinergia véscico-esfinteriana (N = 4). 15 niños tenían reflujo: 8 pasivos, 5 activos (asociados a actividad contráctil del detrusor o en fase miccional) y dos mixtos. Se vio patología uretral en dos varones (valvas de uretra posterior y estenosis uretral) y dos niñas (uretra en peonza). Se encontró relación estadísticamente significativa entre presencia de reflujo vesicoureteral y otras variables: capacidad vesical ($t = 4,98$; $p < 0,005$), actividad del detrusor ($t = 3$; $p = 0,005$), sexo ($t = 2,553$; $p = 0,015$) y residuo postmiccional alto ($t = 3,75$; $p < 0,005$), siendo más frecuente en niñas con vejigas grandes, con actividad del detrusor y residuo postmiccional alto.

Conclusiones. La UMS puede sustituir a la cistouretrografía convencional como prueba de imagen asociada a la urodinamia. Con este tipo de exploración hemos podido indicar un tratamiento a nuestros pacientes, someténdolos a un único sondaje y sin exponerlos a radiaciones ionizantes.

PALABRAS CLAVE: Urosonografía miccional; Estudios urodinámicos; Disfunción miccional; Uropatía; Niños.

Correspondencia: Dra. M^ª Soledad Fernández Córdoba. Servicio de Cirugía Pediátrica Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. Hermanos Falcó, 37. 02008 Albacete E-mail: msfernandezc@sescam.jccm.es.

Este trabajo fue premiado a la mejor Comunicación presentada en el 57º Congreso de la Sociedad de Cirugía Pediátrica celebrado del 24 al 26 de mayo en Granada

Recibido: Mayo 2018

Aceptado: Julio 2018

VIDEO-URODYNAMIC EVALUATION WITH CYSTOSONOGRAPHY FOR THE STUDY OF LOWER URINARY TRACT DYSFUNCTION AND OTHER UROPATHIES IN CHILDREN

ABSTRACT

Objectives. To assess the utility of a new modality of video-urodynamic for study of lower urinary tract dysfunction and other uropathies in kids, replacing voiding cystourethrography by echo-enhanced cystosonography, without ionizing radiations.

Material and methods. prospective study with simultaneous performance of filling cystometry and cystosonography in 43 kids during the last two years. The sonographic contrast was infused through the urodynamic catheter.

Results. 18 girls and 25 boys, with an average age of 6.18 years (between 2 months and 14 years). The most frequent indication was micturition dysfunction in boys and vesicoureteral reflux follow-up in girls. 60,5% presented urodynamic alterations, predominating low bladder accommodations (N = 9), mixed detrusor overactivity (N = 5) and bladder sphincter dyssynergia (N = 4). 15 children had vesicoureteral reflux: 8 passive, 5 active (associated with contractile activity of the detrusor or in the voiding phase) and two mixed. Urethral pathology was seen in two males (urethral valves and stenosis) and two girls (spinning top urethra). A statistically significant relationship was found between the presence of vesicoureteral reflux and other variables: bladder capacity ($t = 4.98$; $p < 0.005$), detrusor activity ($t = 3$; $p = 0.005$), sex ($t = 2.543$; $p = 0.015$) and high post-void residual volume ($t = 3.75$; $p < 0.005$), so that it was more frequent in girls with big bladders, with detrusor activity and high post-void residue.

Conclusions. Cystosonography can replace conventional cystourethrography as an imaging test associated with urodynamics. With this type of exploration we have been able to indicate the treatment to our patients, subjecting them to a single catheterization and without exposing them to ionizing radiation.

KEY WORDS: Cystosonography; Urodynamic studies; Bladder voiding dysfunction; Uropathy; Children.

INTRODUCCIÓN

La utilidad de la videourodinamia (VUD) reside en el registro simultáneo de cambios morfológicos y funcionales del tracto urinario⁽¹⁻⁵⁾, sin embargo, existe controversia sobre

su uso por la exposición a radiaciones ionizantes^(1,6), ya que asocia cistouretrografía miccional seriada (CUMS) a estudio urodinámico multicanal y electromiografía (EMG) del suelo pélvico. La cistosonografía o urosonografía miccional seriada (UMS) se introdujo en 2007 como arsenal diagnóstico en las guías de estudio de reflujo vésico-ureteral (RVU) por la Sociedad Europea de Radiología Urogenital (ESUR) y de Radiología Pediátrica (ESPR)⁽⁷⁾ al haberse demostrado una alta correlación con la CUMS, mayor sensibilidad en la detección del reflujo y no utilizar radiaciones⁽⁸⁻¹⁸⁾. En 2012, se amplió su indicación a la detección y diagnóstico de patología uretral⁽¹⁹⁾, con información superponible a la CUMS^(11,13,16,18,20).

Los objetivos de este estudio han sido demostrar que se puede realizar videourodinamia sustituyendo la CUMS por UMS sin emplear imagen fluoroscópica, y valorar la utilidad de hacer ambas exploraciones de forma simultánea en el estudio de la disfunción miccional y otras uropatías en niños.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio prospectivo no aleatorizado, con muestreo consecutivo, en menores de 14 años con indicación de UMS y estudio urodinámico completo, entre enero de 2016 y diciembre de 2017. Se excluyeron los que tenían infección urinaria en los 10 días previos a la prueba, los que estaban en programa de cateterismo intermitente, eran portadores de sonda vesical, o no hubiesen consentido para participar en el estudio. A todos se les realizó de forma simultánea ambas pruebas por un cirujano pediátrico con experiencia en urodinamia, un radiólogo pediátrico experimentado en cistosonografía y un técnico. Se empleó el equipo de ultrasonido Toshiba Aplio XG equipado con un software específico para estudios con contrastes y el equipo de urodinamia multicanal de Laborie, Laborie Medical Technologies con catéteres de llenado con aire “single sensor air-charged catheters T-DOC” de 7 Fr. La UMS se llevó a cabo de acuerdo al protocolo estándar y el estudio urodinámico se realizó siguiendo las Guías de Buena Práctica Urodinámica propuestas por la *International Continence Society*⁽²¹⁾. Se usó un contraste ecográfico de segunda generación (SonoVue® (Bracco, Milán, Italy)) introducido en vejiga por la misma sonda-catéter de urodinamia.

Tras administración de profilaxis antibiótica, el estudio comenzó realizando una flujometría en pacientes colaboradores, luego un estudio ecográfico basal, medición del residuo postmiccional y grosor de pared vesical. Posteriormente se sondó a los niños con catéter de urodinamia, se colocaron electrodos de superficie para EMG y un catéter rectal. Se aseguró el vaciado completo de la vejiga y se procedió al llenado vesical con contraste (1 ml en una bolsa de 500 ml de suero salino al que se aplicó con presurómetro una presión mantenida de 90 mmHg). La velocidad del llenado no superó los 10 ml/min. Las imágenes ecográficas fueron obtenidas durante el llenado y vaciado vesical. También se estudió la actividad del detrusor durante ambas fases con la cistomanometría. La

capacidad vesical esperada de la vejiga por edad se calculó con la fórmula $[30 + (\text{edad en meses} \times 2,5)]$ propuesta por la *International Children's Continence Society* (ICCS)⁽⁴⁾. Una vez alcanzada la capacidad máxima, se detuvo la infusión y si el paciente era colaborador, se le pidió que orinara para realizar una curva de presión-flujo. En el caso de los lactantes o niños que no han alcanzado continencia, se realizaban varios llenados y vaciados espontáneos durante la prueba, logrando un estudio cíclico. Se realizó una valoración ecográfica postmiccional y para la medición de la capacidad cistomanométrica máxima y del volumen residual con la ecografía, se utilizó la fórmula del elipsoide⁽²²⁾: $\text{Volumen} = 0,5 \times (L) \times (T) \times (AP)$, siendo L el diámetro longitudinal, T el diámetro transversal y AP el anteroposterior. Se consideró un volumen residual postmiccional patológico cuando superaba el 10% del volumen miccional. Para clasificar el grado de RVU, se utilizó un sistema de gradación de 5 niveles adaptado a la UMS^(11,23). Consideramos RVU activo al que aparecía coincidiendo con una actividad del detrusor (una contracción no inhibida o durante el vaciado) y pasivo al que aparecía durante el llenado sin aumento de la presión del detrusor ni abdominal, según la clasificación propuesta por Salinas J⁽²⁴⁾. La uretra se estudió mediante abordaje transpélvico-suprapúbico o transperineal-interescrotal en varones e interlabial en niñas.

Los datos se analizaron usando el *software* versión 22 del SPSS. Se realizó un estudio descriptivo simple de los datos y una evaluación de las diferencias y asociaciones entre variables usando la prueba estadística más apropiada. Se consideró estadísticamente significativo un nivel de confianza mayor del 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Se han estudiado 43 niños, 25 varones y 18 niñas, con edades de entre 2 meses y 14 años (media de 6,18 años). Los motivos por los que se indicó la prueba fueron distintos según el sexo, predominando en varones la disfunción miccional y en niñas las infecciones del tracto urinario (ITUs) de repetición o el seguimiento de un RVU. En la figura 1 se muestran las indicaciones de estudio urodinámico invasivo en esta muestra.

Se han encontrado alteraciones urodinámicas en el 60,5% de los pacientes: vejiga de baja acomodación (N = 9), hiperactividad del detrusor mixta (N = 5), hiperactividad del detrusor fásica (N = 4), vejiga hipoactiva (N = 3), disinergia vésico-esfinteriana (N = 3) e hiperactividad del detrusor terminal (N = 2). Todos los casos que presentaban flujometría patológica tenían un patrón urodinámico alterado, siendo en el 50% una hiperactividad mixta o terminal, en el 33% baja acomodación y en 17% disinergia vésico-esfinteriana.

Los volúmenes correspondientes a la capacidad cistomanométrica máxima han seguido el patrón ascendente con la edad del niño, encontrando vejigas más grandes en varones que en niñas, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. La vejiga se ha etiquetado como normal si la ca-

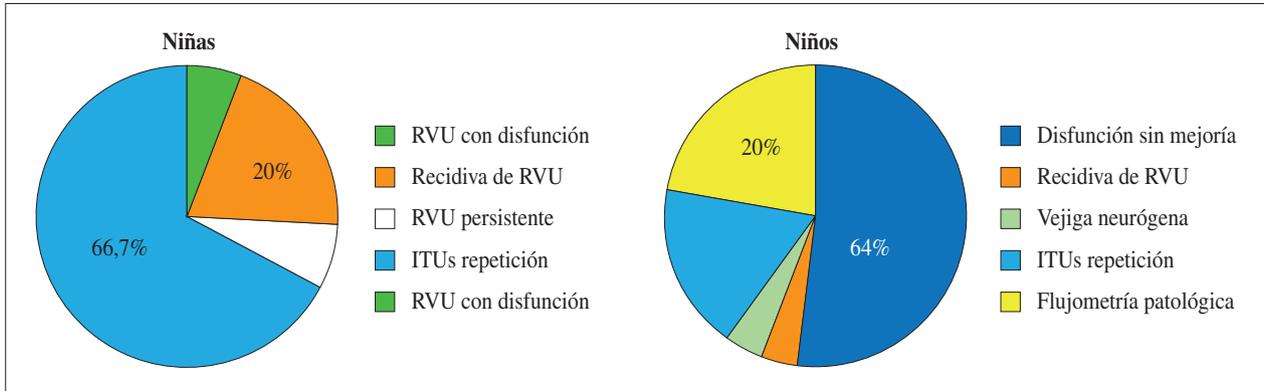


Figura 1. Gráficos que muestran la diferente distribución de las indicaciones para urodinamia en esta muestra, según el sexo. En las niñas predominan las infecciones del trato urinario (ITUs) de repetición (66,7%), seguido de recidiva de un reflujo vésico-ureteral (RVU) ya tratado (20%). En los varones la indicación más frecuente fue la disfunción miccional sin mejoría con tratamiento médico empírico (64%), seguido de estudio urodinámico simple patológico (20%).

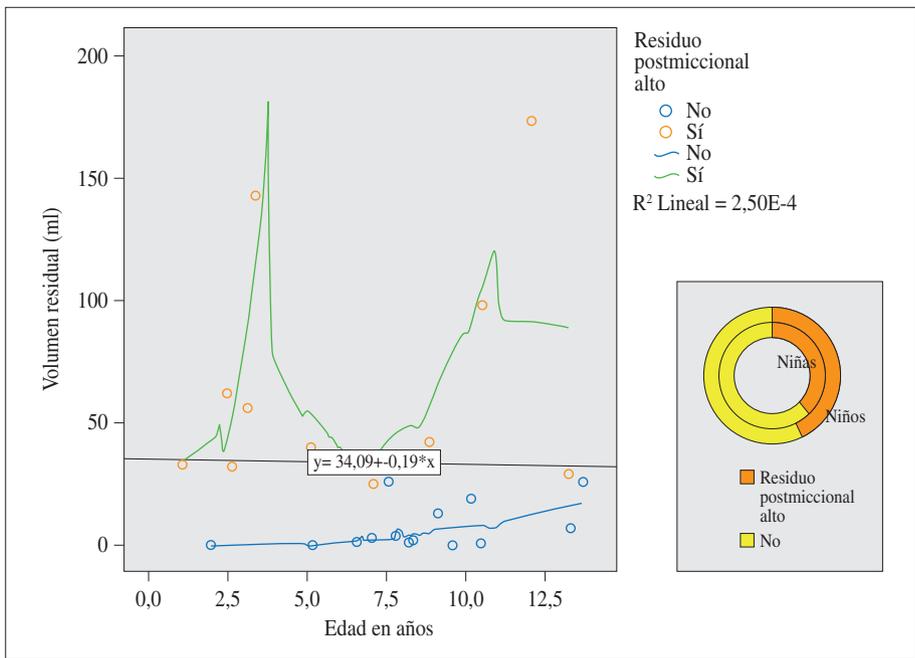


Figura 2. Diagramas de dispersión donde se refleja el volumen residual postmiccional en relación a la edad. Los círculos rojos corresponden a volúmenes residuales postmicionales altos y en azules los normales. En la gráfica están marcadas la línea de regresión y las líneas de agrupación de variables, que indican que a menor edad hay mayor cantidad de residuo postmiccional alto. En el gráfico de anillos se muestra el porcentaje de residuo postmiccional alto en relación al total según el sexo; el anillo exterior corresponde a la muestra de varones y el interior a la de niñas.

pacidad cistomanométrica máxima era igual a su capacidad vesical esperada por edad $\pm 10\%$, considerando vejiga de baja capacidad si estaba por debajo del 90% , y de gran capacidad si era $> 110\%$. Usando estos parámetros, hemos encontrado en 16 pacientes una capacidad vesical dentro de los rangos de la normalidad, 13 con baja capacidad y 14 con gran capacidad. El volumen residual postmiccional fue más alto en varones (44% frente al 39,5%), con significación estadística ($t = 4,8$; $p < 0,005$). También se ha visto una relación estadísticamente significativa entre la existencia de un residuo postmiccional alto y la edad ($t = 3,48$; $p = 0,001$) (Fig. 2).

En los estudios de UMS a nivel renal, se ha encontrado algún grado de ectasia piélica en 14 pacientes, hallazgos de duplicidad renal en 6, e hipoplasia o atrofia parenquimatosa

renal en cuatro. En 23 niños las ecografías renales fueron normales. A nivel vesical, 27 no tenían patología, se han encontrado vejigas con pared trabeculada y/o engrosada en 11 pacientes, ureterocele en tres, un divertículo vesical y una persistencia de uraco. Se ha apreciado RVU en 15 niños (34,9%), cinco grado II, cuatro grado III, cinco grado IV y uno grado V. Han sido etiquetados de RVU pasivo 8 casos, 5 activos y dos mixtos. En cuatro niñas se vio reflujo intravaginal. Todos los casos con duplicidad renal mostraban algún tipo de RVU, con mayor frecuencia al pielón inferior, pero también a los pielones dependientes de ureteroceles destechados (dos casos). Al estudiar la uretra, se han encontrado dos niñas con uretra en peonza (asociaban disinergia vésico-esfinteriana e hiperactividad del detrusor mixta), un varón con valvas de uretra

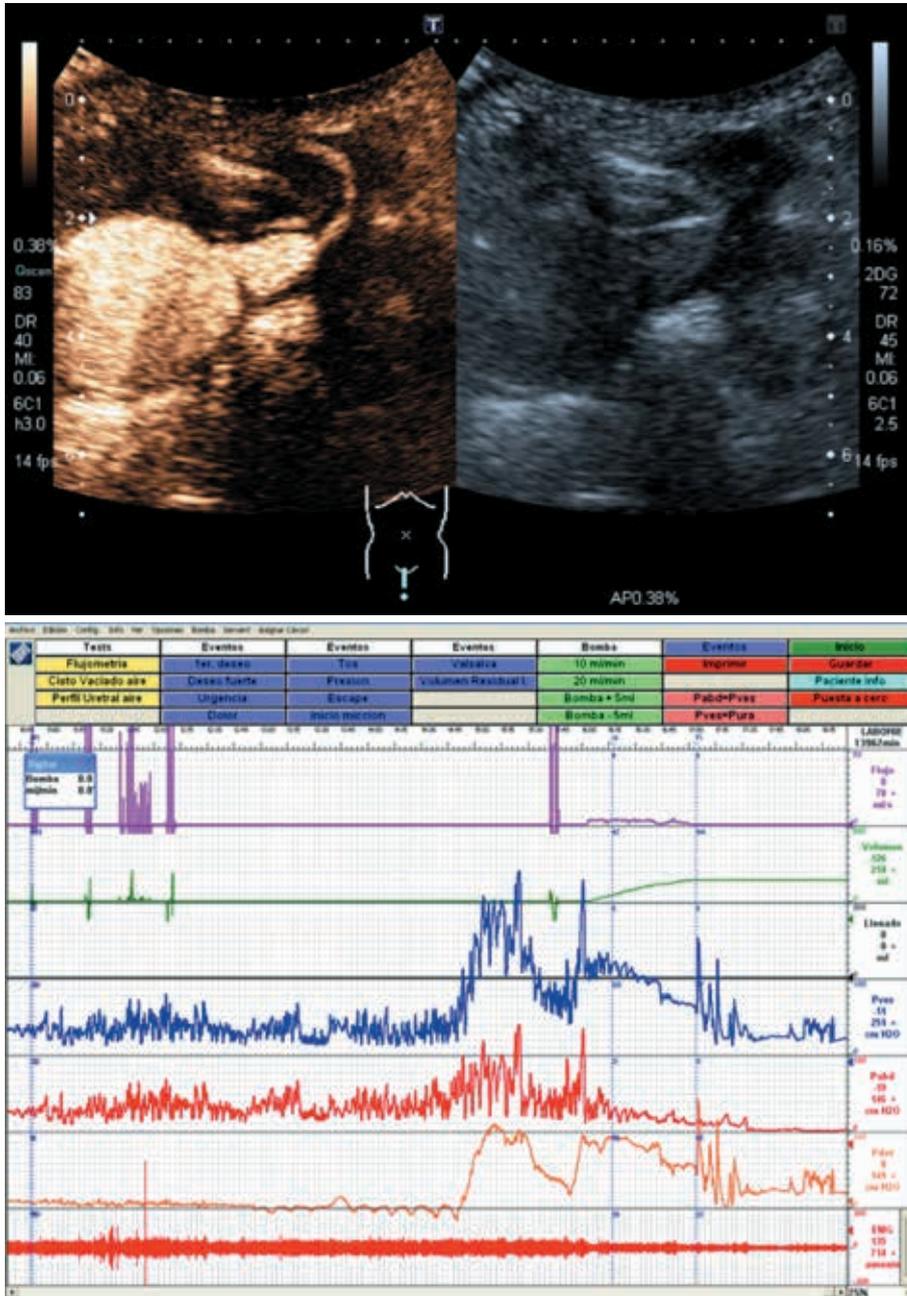


Figura 3. En la imagen superior se muestra una ecografía armónica y convencional donde se aprecia una dilatación de la uretra proximal en un niño con valvas de uretra. En la imagen inferior se ve un detalle del estudio urodinámico de este paciente, que presentaba una hiperactividad del detrusor terminal con curva de presión-flujo aplanada sin disinergia y un residuo postmictcional alto. La vejiga en este caso tenía una capacidad dentro de los rangos de normalidad y no había RVU, aunque sí ureterohidronefrosis bilateral.

posterior (con hiperactividad del detrusor terminal) y otro con una estenosis uretral (con vejiga de mala acomodación); en los dos las curvas de presión flujo eran patológicas (curva aplanada, residuo alto, sin disinergia) (Fig. 3).

Se ha hallado una relación estadísticamente significativa entre existencia de RVU y otras variables: 1) *Capacidad vesical* ($t = 4,98; p < 0,005$), con probabilidad menor de reflujo en vejigas de capacidad normal (12% frente a 48% en vejigas con capacidad alterada). Las vejigas grandes, tienen en este estudio un 50% de probabilidad de presentar RVU (Fig. 4). 2) *Sexo* ($t = 2,553; p = 0,015$), con mayor probabilidad de RVU en niñas (50% frente al 24% de varones). 3) *Comportamiento*

urodinámico ($t = 3; p = 0,005$), con menor probabilidad de RVU en vejigas sin actividad del detrusor (30,4%, frente al 40% de las vejigas con algún grado de hiperactividad). En los casos con disinergia vésico-esfinteriana, hemos encontrado RVU en el 28,6%. En las vejigas de gran tamaño hipoactivas y con residuo postmictcional alto no hemos visto reflujo. 4) *Volumen residual postmictcional* ($t = 3,75; p < 0,005$), con mayor probabilidad de RVU en los pacientes con residuo postmictcional alto (41,2% frente al 30,8% de los que no tenían).

El tratamiento indicado a estos pacientes en función de los hallazgos ha sido: en 10 ningún tratamiento, en 7 pauta

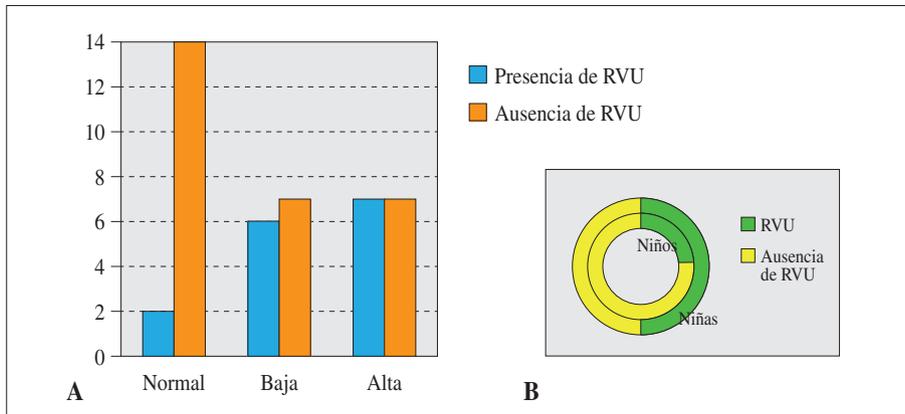


Figura 4. A) Diagrama de barras, donde se muestra la presencia o no de reflujo vésico-ureteral (RVU) en relación a la capacidad vesical normal, baja o alta. B) Gráfico de anillos donde se muestran los casos de RVU en relación al total de la muestra en ambos sexos. El anillo exterior corresponde a la muestra de niñas y el interior a la de varones.

miccional y anticolinérgicos, en 10 solo pauta miccional, en 5 profilaxis antibiótica, en uno cateterismo intermitente y en 9 cirugía (dos heminefroureterectomías polares superiores, dos cirugías de uretra, una resección de un uraco persistente, una diverticulotomía de un divertículo vesical y tres tratamientos endoscópicos de RVU).

DISCUSIÓN

La Sociedad Internacional de Continencia en Niños (ICCS)⁽²⁵⁾ establece indicaciones para realizar estudios urodinámicos invasivos tras screening no invasivo en malfunciones del tracto urinario inferior (MTUI) o anomalías anatómicas en niños. Siguiendo esas recomendaciones, en nuestro Servicio se indica urodinamia en: pacientes con flujometría o diagrama miccional patológico que no mejoran con tratamiento empírico, vejigas neurogénicas, RVU secundario o asociado a síntomas de disfunción, ITUs de repetición, RVU primario persistente en niñas mayores de 5 años o con nuevos signos de daño renal y RVU recidivado tras tratamiento endoscópico. Las indicaciones de UMS son: seguimiento de un RVU conocido o sospecha de RVU secundario, sospecha de patología en cuello vesical y/o uretra, estudio de una ectasia renal prenatal (con dilatación de uréteres o aumento de la ecogenicidad renal en eco postnatal), estudio de ITUs de repetición y estudio de primoinfección urinaria (en menores de 2 años, eco renal patológica, antecedentes familiares de RVU, cuadro atípico o gammagrafía renal patológica).

Dentro de los estudios urodinámicos invasivos más completos se encuentra la VUD, que da una información dinámica de la morfología y funcionalidad del tracto urinario y cuyas indicaciones principales son el estudio del RVU, la patología uretral y la disfunción vesical no neurogénica^(1-3,6). La CUMS ha sido la prueba de imagen de elección usada en VUD, habiéndose estandarizado la técnica, la terminología y sus indicaciones^(3,24). Teniendo en cuenta el empleo de radiación ionizante, los clínicos deberíamos hacer una valoración coste-beneficio y seleccionar aquellos pacientes en los que una valoración adicional podría mejorar el diagnóstico de la

patología en estudio e instaurar el mejor tratamiento, minimizando las dosis de radiación en las pruebas solicitadas, sobre todo si tratamos con niños^(1,6). La media de dosis estándar efectiva para realizar una CUMS es 0,4 a 0,9 mSv^(26,27), aunque se emplee en niños la fluoroscopia intermitente o pulsada.

En la actualidad, los avances tecnológicos en la ecografía, hacen que la calidad de imagen obtenida por la UMS nos permita considerarla como una técnica de referencia en el estudio de toda la vía urinaria en pediatría. El uso de la ecografía para estudio del RVU ha sido investigado en Europa durante las últimas dos décadas y se ha ido incorporando a las guías de práctica clínica^(7,9,10,19). Esta prueba diagnóstica evita la exposición a radiaciones ionizantes y permite estudios más prolongados y con una monitorización continua^(9,16). La capacidad diagnóstica de la UMS en términos de detección y gradación del RVU ha sido evaluada en numerosos estudios comparándola con la CUMS y estos sugieren que en la actualidad es el método de elección para detectar RVU^(11,15,28). El modo armónico disminuye la señal del parénquima, definiéndose con más exactitud la anatomía del sistema colector, delineando la uretra prácticamente con la misma definición que en la CUMS, y definitivamente con mayor resolución que la cistografía isotópica^(11,15,16,20). La UMS tiene otra ventaja que aumenta la sensibilidad o eficacia diagnóstica, y es la posibilidad de repetir el ciclo de repleción vesical en más de una ocasión (al no tener balón, y no ser necesario la retirada del catéter para obtener las imágenes miccionales, se pueden realizar 2-3 ciclos de repleción de la vejiga en cada exploración, de especial utilidad en lactantes⁽¹⁶⁾). Por otro lado, se ha descrito mayor definición de imagen en pacientes menores de 2 años, por la adecuada eco-resonancia de los tejidos (sobre todo en las exploraciones perineales para visualizar uretra)^(11,16,18,20). En nuestra institución, los cirujanos pediátricos dedicados a la urología, han sido entrenados para la valoración correcta de la UMS y desde 2014 apenas se indican CUMS.

En este estudio se han encontrado alteraciones urodinámicas en el 60,5% de los pacientes (en 100% de los que tenían flujometría previa patológica). Esta alta incidencia se justifica porque todos los casos tienen indicación tanto para realizar cistografía como un estudio urodinámico. Signos urodinámicos

cos como una alta presión de vaciado, baja capacidad vesical y disfunción vésico-esfinteriana no son específicos y pueden aparecer en niños sanos⁽²⁹⁾, sin embargo, otros hallazgos de interés para la MTUI en pacientes con RVU de alto grado son: vejiga de gran capacidad, un vaciado incompleto y la hiperactividad del detrusor durante el llenado⁽³⁰⁾ y estos datos se han podido corroborar en este estudio. Se ha encontrado una relación estadísticamente significativa entre la capacidad vesical y la presencia de reflujo, presentándolo el 50% de las vejigas de gran capacidad, y solo el 12% de las de capacidad normal. Felberg K y cols.⁽³⁰⁾, ya encontraron una alta correlación entre vejigas de gran capacidad con alteraciones en la forma y la existencia de disfunción del tracto urinario inferior. Otros signos como vejigas de poca capacidad y llenado de la uretra proximal no consideran estos autores que sean indicativos de disfunción, sino que se ven con frecuencia en niños pequeños con vejigas inmaduras⁽³⁰⁾. En este estudio se ha encontrado también una relación estadísticamente significativa entre la actividad del detrusor y la existencia de RVU, presentándolo el 40% de las vejigas con algún grado de hiperactividad. El residuo postmiccional suele ser producido por una alteración contráctil del detrusor y se debe considerar un signo de mal funcionamiento del tracto urinario inferior⁽²²⁾; en este estudio se ha hallado relación entre la presencia de un residuo postmiccional alto (mayor del 10% del volumen miccional) y la existencia de RVU, apareciendo en el 41,2% de los que tenían residuo alto, con mayor incidencia en varones y edades más precoces.

En base a los hallazgos de esta modalidad de videourodinamia, se ha podido indicar un tratamiento a los pacientes de la muestra, sin asociar otras exploraciones radiológicas. No se han encontrado complicaciones relacionadas con la técnica.

CONCLUSIONES

Consideramos que la UMS puede sustituir a la CUMS como prueba de imagen en la videourodinamia. La ausencia de irradiación, su seguridad y alta sensibilidad en el diagnóstico del RVU y patología uretral, son sus mayores ventajas. Es importante conseguir el *consenso de aceptación* de todos los profesionales relacionados con la nefrología, urología y radiología pediátricas, para lograr el grado de confianza necesario para un manejo interdisciplinario adecuado que permita en un futuro ampliar las indicaciones de esta técnica.

BIBLIOGRAFÍA

- Anding R, Rosier P, Smith P, Gammie A, Giarenis I, Rantell A, et al. When Should Video be Added to Conventional Urodynamics in Adults and is it Justified by the Evidence ICI_RS 2014. *Urol*. 2016; 196: 844-51.
- Nitti VW. Urodynamic and video-urodynamic evaluation of the lower urinary tract. En: Wein AJ, Kavoussi LR, Partin AW, Novick AC, Peters CA (eds.). *Campbell-Walsh Urology*. 10th ed. Philadelphia: Elsevier-Saunders; 2012. p. 1863.
- Marks BK, Goldman HB. Videourodynamics. Indications and technique. *Urol Clin N Am*. 2014; 41: 383-91.
- Koff SA, Wagner TT, Jayanthi VR. The relationship among dysfunctional elimination syndromes, primary vesicoureteral reflux and urinary tract infections in children. *J Urol*. 1998; 160: 1019-22.
- Neveus T, Von Gontard A, Hoebeke P, Hjalmas K, Bauer S, Bower W, et al. The Standardization of Terminology of Lower Urinary Tract Function in Children and Adolescents: Report from the Standardisation Committee of the International Children's Continence Society. *J Urol*. 2006; 176: 314-24.
- Spinoit A-F, Decalf V, Ragolle I, Ploumidis A, Claeys T, Groen L-A, et al. Urodynamic studies in children: standardized transurethral video-urodynamic evaluation. *J Pediatr Urol*. 2016; 12: 67-8.
- Anding R, Smith Ph, Jong T, Constantinou Ch, Cardoso L, Rosier P. When should video an EMG be added to urodynamics in children with lower urinary tract dysfunction and is this justified by the evidence? ICI-RS 2014. *Neurology and Urodynamics*. 2016; 35: 331-5.
- Darge K. Voiding urosonography with ultrasound contrast agents for the diagnosis of vesicoureteric reflux in children. *Pediatr Radiol*. 2008; 38: 40-53.
- Carovac A, Zubovic SV, Carovac M, Pasic IS. Significance of sonographically demonstrated ureteral dilatation in evaluation of vesicoureteral reflux verified with voiding urosonography in children with urinary tract infection. *Acta Inform Med*. 2015; 23: 268-72.
- Darge K, Gratten-Smith JD, Riccabona M. Pediatric urology: state of the art. *Pediatr Radiol*. 2011; 41: 82-91.
- Duran C, Del Riego J, Riera L. Urosonografía miccional seriada: una técnica segura para el estudio de toda la vía urinaria en pediatría. *Radiología*. 2013; 55: 160-6.
- Tse KS, Wong LS, Lau HY, Fok WS, Chan YH, Tsang KW, et al. Paediatric vesicoureteric reflux imaging: where are we? novel ultrasound-based voiding urosonography. *Hong Kong Med J*. 2014; 20: 437-43.
- Berrocal T, Gayá F, Arjonilla A. Vesicoureteral reflux: can the urethra be adequately assessed by using contrast-enhanced voiding us of the bladder. *Radiology*. 2005; 234: 235-41.
- Berrocal T, Gayá F, Arjonilla A, Lonergan GJ. Vesicoureteral reflux: diagnosis and grading with echo-enhanced cystosonography versus voiding cystourethrography. *Radiology*. 2001; 221: 359-65.
- Papadopoulou F, Anthopoulou A, Siomou E, Efremidis S, Tsamboulas C, Darge K. Harmonic voiding urosonography with a second-generation contrast agent for the diagnosis of vesicoureteral reflux. *Pediatr Radiol*. 2009; 39: 239-44.
- Fernández-Ibieta M, Parrondo-Muiños C, Fernández-Masaguer LC, Hernández-Anselmi E, Marijuán-Sahuquillo V, Ramírez-Piqueras M, et al. voiding urosonography with second-generation contrast as a main tool for examining the upper and lower urinary tract in children. Pilot Study. *Actas Urol Esp*. 2016; 40: 183-9.
- Wong LS, Tse KS, Fan TW, Kwok KY, Tsang TK, Fung HS, et al. Voiding urosonography with second-generation ultrasound contrast versus micturating cystourethrography in the diagnosis of vesicoureteric reflux. *Eur J Pediatr*. 2014; 173: 1095-101.
- Durán C, Beltrán VP, González A, Gómez C, Del Riego J. Contrast-enhanced Voiding Urosonography for Vesicoureteral Reflux Diagnosis in Children. *RadioGraphics*. 2017; 37: 1854-69.

19. Riccabona M, Avni FE, Damasio MB, Ording-Müller LS, Blickman JG, Darge K, et al. ESPR Uroradiology Task Force and ESUR Paediatric Working Group - Imaging recommendations in Paediatric Uroradiology, Part V: Childhood Cystic Kidney Disease, Childhood Renal Transplantation and Contrast-enhanced Ultrasonography in Children. *Pediatr Radiol*. 2012; 42: 1275-83.
20. Duran C, Valera A, Alguersuari A, Ballesteros E, Riera L, Martín C, et al. Voiding urosonography: the study of the urethra is no longer a limitation of the technique. *Pediatr Radiol*. 2009; 39: 124-31.
21. Schäfer W, Abrams P, Liao L, Mattiasson A, Pesce F, Spangberg A, et al. Good urodynamic practices: Uroflowmetry, filling cystometry, and pressure-flow studies. *Neurourol Urodyn*. 2002; 21: 261-74.
22. Méndez-Rubio S, Chiarelli L, Salinas-Casado J, Cano S, Virseda-Chamorro M, Ramírez JC, et al. Post micturition residual; urodynamic. *Actas Urol Esp*. 2010; 34: 365-71.
23. Darge K, Troeger J. vesicouretral reflux grading in contrast-enhanced voiding urosonography. *Eur J Radiol*. 2002; 43: 122-8.
24. Salinas J, Martín C, Virseda M, Ramírez JC, Silmi A. Video urodynamic update of the vesicoureteral reflux classification in children. *Arch Esp Urol*. 2008; 61: 180-4.
25. Bauer SB, Nijman RJ, Drzewiecki BA, Sillen U, Hoebeke P. International Children's Continence Society Standardization Report on Urodynamic Studies of the Lower Urinary Tract in Children. *Neurourol Urodyn*. 2015; 34: 640-7.
26. Perisinakis K, Raïssaki M, Damilakis J, Stratakis J, Neratzoulakis J, Gourtsoyiannis N. Fluoroscopy-controlled voiding cystourethrography I infants and children: are the radiation risks trivial? *Eur Radiol*. 2006; 16: 846-51.
27. Hsi RS, Dearn J, Dean M, Zamora DA, Kanal KM, Harper JD, Merguerian PA. Effective and organ specific radiation doses from videourodynamics in children. *J Urol*. 2013; 190: 1364-70.
28. Kis E, Nyitrai A, Várkonyi I, Mátyus I, Cseppekál O, Reusz G, et al. Voiding urosonography with second-generation contrast agent versus voiding cystourethrography. *Pediatr Nephrol*. 2010; 25: 2289-93.
29. Chandra M, Maddix H. urodynamic dysfunction in infants with vesicoureteral reflux. *J Pediatr*. 2000; 136: 754-9.
30. Felberg K, Sillén U, Bachelard M, Abrahamson K, Sjöström S. Radiological bladder characteristics in VCU for young children with high-grade VUR. *J Pediatr Urol*. 2015; 11: 30.e1-6.