
Revisión

F. Bonilla-Musoles
F. Raga
J. Blanes
N. Osborne*
L. Machado**

Ecografía tridimensional en uroginecología

21

Área de Obstetricia y Ginecología. Facultad de Medicina.
Universidad de Valencia.
*Department of Obstetrics and Gynecology. Howard University.
Washington D.C.
**INTRO. Salvador (BA) Brasil.

Dimensional ultrasound in urogynecology

Correspondencia:

Dr. F. Bonilla-Musoles.
Área de Obstetricia y Ginecología. Facultad de Medicina.
Avda. Blasco Ibáñez, 17. 46010 Valencia.
Correo electrónico: Bonilla_fer@gva.es

Fecha de recepción: 25/4/01
Aceptado para su publicación: 5/5/01

F. Bonilla-Musoles, F. Raga, J. Blanes, N. Osborne, L. Machado.
Ecografía tridimensional en uroginecología. Prog Obstet Ginecol
2001;44:237-244.

RESUMEN

La ecografía 3D permite observar, en tres planos y sistema volumétrico, el suelo pélvico, la uretra, el rhabdoesfínter y el cuello vesical. Los estudios existentes muestran una excelente correlación entre los hallazgos 3D de esta nueva tecnología y los estudios de presiones.

La ecografía 3D se convertirá, con toda probabilidad, en una nueva y excelente ayuda para el estudio de la disfunción pélvica y la incontinencia urinaria.

PALABRAS CLAVE

Uretra. Rhabdoesfínter. Cuello vesical. Suelo pélvico.
Ecografía tridimensional.

ABSTRACT

3D-ultrasound allows to study in three orthogonal planes and volumetric mode the pelvic floor, urethra, rhabdosphincter and the bladder neck. The nowadays existing studies have shown an excellent correlation between 3D findings of this new technology and pressure profiles.

3D seems to be a new and excellent help in the study of pelvic dysfunction and urine incontinence.

KEY WORDS

Urethra. Rhabdosphincter. Bladder neck. Pelvic floor.
Three-Dimensional ultrasound.

8 INTRODUCCIÓN

La incontinencia urinaria, en cualquiera de sus formas, es un síntoma muy frecuente que incide en el 30% de la población femenina durante la menopausia y produce una mala calidad de vida a millones de mujeres. Probablemente se trata de uno de los síntomas más desagradables en esta época tan larga de la vida de la mujer, que obliga a tomar especiales medidas de higiene.

La complejidad que existe aún hoy para llevar a cabo un diagnóstico correcto, que además es de enorme trascendencia, de las disfunciones del tracto urinario inferior, obliga a realizar un diagnóstico exacto de su etiología. Sólo así se consigue mejorar los resultados de la terapéutica y reducir la lamentable situación de los fallos quirúrgicos.

A pesar de toda la tecnología de la que disponemos en la actualidad, y más concretamente con las medidas de presiones, este tipo de disfunción sólo llega a diagnosticarse en el 90% de los casos. Persiste así, en la población femenina, otro 10% de incontinencia no solucionable.

Las causas anatómicas y funcionales de la incontinencia y del descenso de las estructuras pélvicas no se conoce con exactitud.

Hasta hace poco tiempo, la visión del tracto urinario inferior quedaba limitada a pruebas radiológicas, relleno de vejiga y uretra con contrastes, empleo de cadenas, RM y TAC.

El empleo de la ecografía evita estas técnicas radiológicas y permite observar los tejidos blandos¹⁶.

Con la reciente introducción de la ecografía tridimensional se logra visualizar estas estructuras en los tres planos ortogonales, lo que permitirá mejorar nuestros conocimientos de los mecanismos que causan la incontinencia urinaria y el prolapso, y avanzar en la selección del tratamiento más correcto y eficaz para estas mujeres^{12,17,21}.

ECOGRAFÍA BIDIMENSIONAL

El tracto urinario inferior es difícil de ver mediante ecografía debido a la posición de la uretra posterior, muy próxima a la sínfisis púbica.

Los primeros estudios realizados por vía abdominal se limitaron a calcular el volumen vesical, la orina residual, el ángulo uretral posterior y los tumores

vesicales^{6,9}. Lamentablemente, esta vía apenas aportaba información, no permitía estudiar claramente el cuello vesical y difícilmente era aplicable a mujeres obesas.

Con el fin de solucionar esta problemática, se introdujeron la vía vaginal, la perineal, la uretral¹⁶ y la rectal^{6,9}, todas ellas con ventajas e inconvenientes.

Al margen de las diversas frecuencias que empleaban, generalmente demasiado bajas, los resultados que se obtuvieron convirtieron a esta tecnología en un medio apenas aplicado.

Así, las vías vaginal y perineal permitieron estudiar el eje uretral longitudinal y el transversal, y era posible observar la motilidad del cuello vesical. Aunque se llegó a afirmar que un descenso del cuello superior a 1 cm era sinónimo de incompetencia del esfínter uretral^{10,19}, desgraciadamente se demostró que los valores obtenidos tras Valsalva en mujeres continentes e incontinentes se sobreponían^{5,22}.

La aplicación de la sonda vaginal o rectal proporcionaba una excesiva presión sobre la uretra y distorsionaba la anatomía, con lo que se evitaba la pérdida urinaria durante la exploración²³. Además, se observó que la motilidad del cuello vesical probablemente se hallaba asociada con el cistocele y el prolapso², patologías comúnmente asociadas a la incompetencia del esfínter uretral.

Se pueden obtener cortes oblicuos de la uretra aplicando transductores intrauretrales¹⁶, pero desgraciadamente esta vía no permite observar el borde externo del rabdoesfínter, y aunque se observó que su área máxima era menor en mujeres incontinentes¹⁵, no pudo garantizarse este hallazgo.

La vía perineal, que fue la más empleada⁶, mostraba que el rabdoesfínter era una estructura elipsoide de la que se podía calcular el volumen. En mujeres con incontinencia genuina de esfuerzo pudo observarse que el volumen era menor que en pacientes con inestabilidad del detrusor.

La función de los músculos del suelo pélvico se investigó de forma indirecta al visualizar los movimientos del cuello vesical durante su contracción.

El estudio del músculo elevador del ano, difícil de realizar al visualizarse sólo una sección del mismo, se llevó a cabo por vía perineal¹⁸. Pudo observarse al aplicar el transductor lateral a la foseta^{3,4}, aunque sólo se lograban ver unos 2 cm, que probablemente correspondían más al transversal profundo.

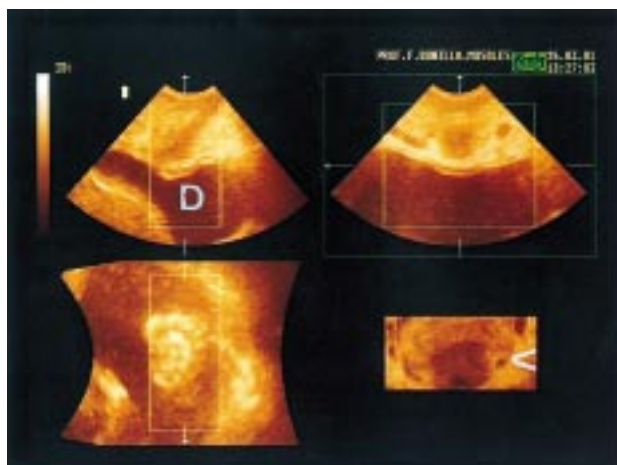


Figura 1. Planos ortogonales y tridimensional de la uretra afectada de dos divertículos uretrales. Los planos ortogonales muestran (D) dos divertículos en cara anterolateral de uretra separados del rabdoesfínter. La flecha grande (abajo y derecha) en 3D permite ver muy bien la desembocadura del ostium de un divertículo.

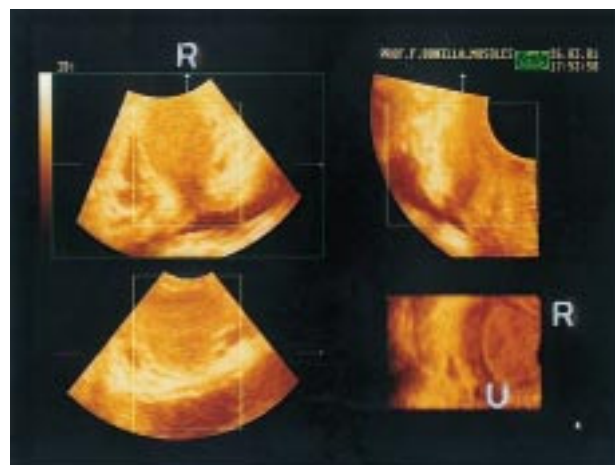


Figura 2. Mostramos, en 3D, la base vesical (abajo y derecha) y el rabdoesfínter (R) (arriba e izquierda) en una paciente continente. La uretra aparece econegativa y el rabdoesfínter ecopositivo (U).

ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

Esta técnica permite visualizar el tracto urinario inferior y los tejidos adyacentes^{8,14}. Al realizar el escáner y almacenar un gran bloque, consigue observar las estructuras desde cualquier ángulo, accede allí donde existe hueso y obtiene mediciones exactas de los volúmenes tisulares dentro de lo almacenado.

Las imágenes de la pelvis obtenidas con 3D son imposibles de lograr con otras técnicas, lo que permite un mejor entendimiento de la fisiopatología de la incontinencia urinaria.

URETRA

Anatomía

La uretra femenina tiene 5 cm de longitud y 6 mm de diámetro. Nace en el orificio uretral interno de la vejiga, desciende por detrás de la sínfisis púbica y desemboca en la pared vaginal anterior.

El mecanismo de continencia es doble: intrínseco y extrínseco. La porción intrínseca comprende la mucosa, submucosa y músculos adyacentes a la uretra. El esfínter estriado de la uretra es un manguito

exterior de músculo estriado que ocupa alrededor del 60% de la parte media de toda la longitud de la uretra. Tiene fibras circulares que contraen la luz uretral. Entre la fibras hay tejido conectivo que con ultrasonidos aparece muy ecogénico. El músculo presenta su mayor grosor en la porción inferior. Mantiene el cierre de la uretra en reposo y ayuda a la continencia. Medidas de presión uretral han mostrado¹¹⁻¹⁴ que ésta es máxima en la porción más gruesa de este esfínter uretral estriado. Durante el vaciamiento, las paredes anterior y posterior de la uretra no están en aposición, y ésta se acorta como resultado de la contracción del músculo liso.

ECOGRAFÍA DE LA URETRA

La uretra, el esfínter uretral y el cuello vesical se observan en la línea media en plano sagital (fig. 1). La luz de la uretra y tejidos adyacentes inmediatos aparecen hipoeoicos (fig. 2). La uretra está rodeada en su parte media por una estructura homogénea redonda que se hace más gruesa en la parte anterior que en la lateral y posterior. Biopsias de esta área, realizadas en cadáveres y guiadas por ultrasonidos, han mostrado que se trata de un músculo estriado, el rabdoesfínter (fig. 3).

0

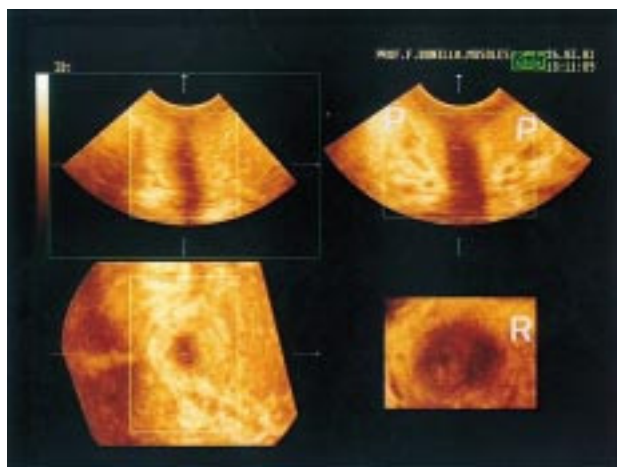


Figura 3. Planos ortogonales de la inserción de los músculos pubococcígeos, a nivel de la sínfisis púbica, de 5 mm de grosor (P), en visión frontal (arriba e izquierda) y sagital (arriba y derecha). Abajo e izquierda se observa (flechas blancas pequeñas) la salida de los músculos pubococcígeos en la sínfisis. Abajo y a la derecha, el rabdoesfínter (R).

En plano sagital se han medido las siguientes estructuras (tabla 1)¹⁴.

La imagen que se obtiene de la uretra varía según el plano. Si el haz sónico pasa a través del eje uretral, las fibras musculares lisas longitudinales aparecen hipoeoicas, mientras que las circulares son hiperecogénicas, ya que el haz, al incidir, se refleja sobre las fibras de colágeno que se encuentran perpendiculares a ellas.

Cuando la exploración se lleva a cabo por vía vaginal (o rectal), el haz sónico pasa perpendicular al eje de la uretra y hace resaltar las fibras longitudinales, mientras que las partes laterales del rabdoesfínter aparecen hipoeoicas. Ello obliga a que la po-

sición del transductor deba variar dependiendo de la parte del esfínter que desee observarse.

Mediante el empleo de 2D el rabdoesfínter es más grueso en la porción ventral y se adelgaza simétricamente en las porciones laterales; la parte más delgada es la dorsal. Si se emplea la vía perineal, éste aparece como una estructura cilíndrica hiperecoica alrededor de la uretra, con su centro hipoeoico correspondiente a las fibras longitudinales y a la luz. Esta imagen contrasta con la que se obtiene por vía vaginal; en ella, las ondas sónicas, al pasar perpendiculares al eje de la uretra, hacen que aparezca hipoeoico y el núcleo central y la luz hiperecoicos.

La visión de la uretra y su esfínter puede lograrse a distintos niveles. Empleando ecografía vaginal puede verse hiperecoico el cuello de la vejiga, gracias al urotelio y a las fibras del detrusor. En la zona uretral media aparecerá el rabdoesfínter. En la zona más distal, el grosor se reduce debido a la disminución del componente muscular liso; éste es el que más contribuye a la imagen de la uretra.

En mujeres con incontinencia genuina de esfuerzo, existe, al parecer, un engrosamiento distal del rabdoesfínter, especialmente si se compara con aquellas mujeres con inestabilidad del detrusor. Esto último se correlaciona con la pérdida del rabdoesfínter, que se hace evidente a medida que aumenta la edad.

Para medir el volumen del esfínter uretral, es imprescindible practicar numerosos cortes transversales y eliminar la porción central, eonegativa, que corresponde a la luz. Ello se logra fácilmente con la ecografía 3D.

Las pacientes con incompetencia muestran esfínteres menores¹⁴, más cortos y áreas y volúmenes del mismo más reducidos¹ que aquellas de edad y paridad similares y sin historia de prolapso o interven-

Tabla 1 Mediciones ecográficas 3D en uretra

Incompetencia del esfínter uretral (n = 42)				
Mecanismos de la competencia uretral (n = 28)				
Distancia (a) (mm)	5,5 (3,8-6,2)	5,5 (2,2-8,3)	p > 0,05 NS	
Distancia (b) (mm)	18,8 (16,8-21,9)	21,8 (19,4-23,9)	p < 0,02	
Distancia (c) (mm)	16,0 (14,2-18,4)	17,8 (15,2-20,1)	p > 0,05 NS	
Volumen uretra/cm ³			0,8 (0,4-1,3)	0,5 (0,3-0,8) p = 0,03
Volumen esfínter (cm ³)			3,9 (2,3-4,7)	4,6 (3,4-6,1) p = 0,02
Volumen esfínter verdadero (cm ³)			2,8 (2,0-3,8)	4,1 (2,9-5,4) p = 0,03

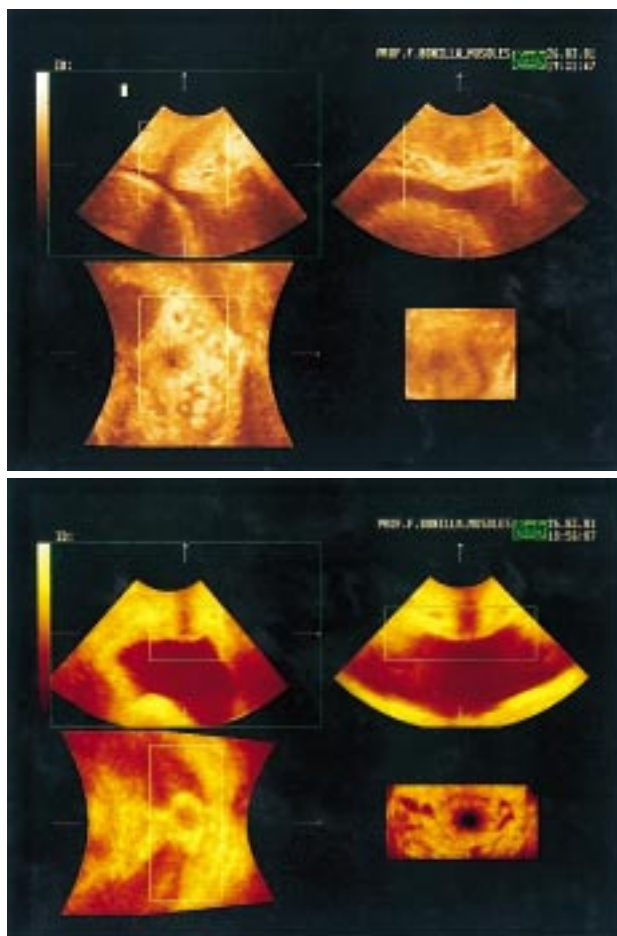


Figura 4. Hiato genital en dos casos de mujeres continentas, inmediatamente posparto (a los 10 días) (arriba) y en una mujer de 45 años (abajo). Después de parto el hiato es más amplio. Las dos partes del músculo pubococcígeo aparecen más econegativas y dejan en su parte central una zona más ecopositiva que corresponde al verdadero hiato. Se observa perfectamente el descenso de ambos músculos pubococcígeos desde la sínfisis púbica hacia atrás.

ción quirúrgica vaginal. El volumen de este esfínter es menor en aquellas mujeres con incontinencia genuina de esfuerzo, pero no lo es en mujeres con prolapso genital pero sin incontinencia (tabla 2).

El parto se ha asociado con la aparición de incontinencia genuina de esfuerzo; se ha postulado que sería la lesión causada por la expulsión fetal sobre el nervio pudendo, que inerva al rabdoesfínter, el causante de la atrofia de este músculo, lo que reduciría su volumen. Existe, sin embargo, evidencia

Tabla 2 Mediciones uretrales 3D en mujeres continentas e incontinentes

Incontinencia	Sin incontinencia		
Uretras cortas	16,9 ± 1,9 mm	19,2 ± 3,6 mm	p = 0,001
Uretras delgadas	2,1 ± 0,5 mm	2,5 ± 0,4 mm	p < 0,001
Pequeño volumen	0,8 ± 0,2 ml	1,2 ± 0,2 ml	p < 0,001

de que a los 6 meses del puerperio éste está reinervado, lo que hace suponer que los mecanismos involucrados son otros.

Tras el parto, tiene lugar una reducción del volumen del esfínter, que habla en favor de que éste sería el mecanismo básico causante.

Estas investigaciones se han realizado también en el suelo pélvico (véase más adelante). Cuando éste se estudia con 3D junto al esfínter, antes y después del parto, se observa que la superficie del músculo elevador del ano aumenta en aquellos partos que se producen por vía vaginal, pero sin cambios apreciables en el volumen del esfínter ni en la longitud de la uretra si la paciente era previamente continente.

El volumen del esfínter se ha medido también con 3D y los resultados se han comparado con los valores de la presiones uretrales. Con la obtención de curvas simétricas de presión (perfil de presión uretral) y 3D se ha observado que el punto máximo de incremento coincide con la contracción del rabdoesfínter.

La longitud de la uretra funcional y la del rabdoesfínter se correlacionan con el pico de presión. La distancia del extremo proximal del esfínter con el plano del área máxima de sección y la distancia del comienzo del perfil de presión uretral al máximo cierre están correlacionadas estadísticamente.

Del mismo modo, el área bajo la curva del perfil de presión se correlacionó bien con el volumen del rabdoesfínter, excepto en aquellas mujeres ya operadas de prolapso, que mostraron mayores presiones de cierre uretral a consecuencia de la fibrosis producida.

Por tanto, se ha recomendado la ecografía 3D¹² como predictora del éxito de la cirugía de la incontinencia, ya que calcula mejor el volumen del rabdoesfínter. Finalmente, esta técnica se ha recomendado para localizar el lugar exacto donde situar la aguja del electrodo del electromiógrafo, hasta ahora colocada a ciegas. Debe tenerse en cuenta que la ac-

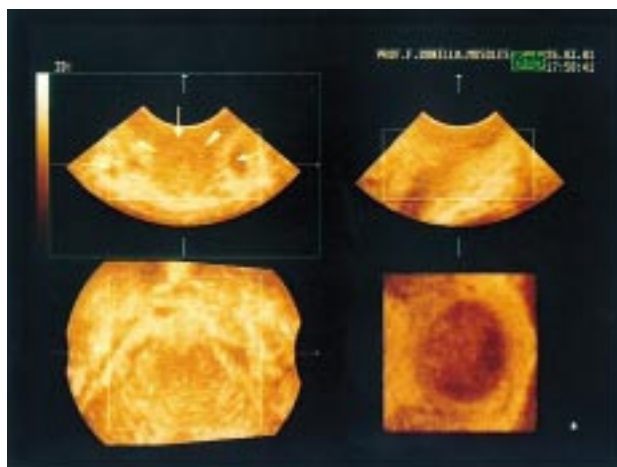


Figura 5. Corte transversal tridimensional en el recto y ano, donde puede observarse claramente la unión, por detrás del ano, de los dos fascículos del pubococcígeo. La 3D muestra todo el conducto anal rodeado por el pubococcígeo.

tividad eléctrica se detecta no sólo en el rabdoesfínter, sino fuera de él, y que sólo la primera es la realmente correcta. Se dispone así de un medio idóneo para determinar relaciones estructurales y funcionales de la uretra y tejidos parauretrales¹³.

EL VOLUMEN VESICAL

El volumen vesical se ha calculado repetidamente con 3D y se ha comparado con los resultados obtenidos con 2D²⁰ o empleando catéteres volumétricos.

Cuando se ha empleado la 2D, el valor medio absoluto del error fue del $27,5 \pm 17,8\%$ para los cortes transversales frente al $4,3 \pm 3,7\%$ para la 3D.

Cuando se emplearon los catéteres volumétricos se obtuvo una excelente correlación, con una sensibilidad del 97%, especificidad del 91% y seguridad del 94%.

Estos resultados hacen que sea sólo ésta la técnica empleada, máxime cuando evita catéteres y pruebas radiológicas.

EL MÚSCULO ELEVADOR DEL ANO

La capa más interna, compacta y amplia del suelo pélvico se halla formada por los fascículos de este músculo.

De las tres porciones que posee, el ileococcígeo forma el diafragma urogenital y los dos restantes, isquio y pubococcígeo, forman, con su distribución en U, el hiato urogenital (fig. 4).

El fascículo pubococcígeo se inserta en el borde inferior de la sínfisis púbica, a cada lado (fig. 3) y, dirigiéndose hacia atrás, se une a su porción contralateral, por detrás de la unión anorrectal (fig. 5). Este fascículo proporciona el soporte a las vísceras abdominales.

El suelo pélvico puede estudiarse con ecografía, bien empleando la vía perineal o bien empleando la 3D. La primera permite observar todo el suelo pélvico. La segunda puede reconstruir una imagen perpendicular al plano pélvico, pero con la ventaja de que todo el músculo pubococcígeo aparecerá hiperecoico y puede verse cómo sus fibras circulan alrededor de la unión anorrectal (fig. 5). En caso de prolapso, sólo es aplicable esta segunda técnica.

El empleo de la vía vaginal (o rectal)^{6,7,9} también permite realizar cortes transversales del suelo pélvico (figs. 3-5).

Para observar correctamente el hiato genital hay que identificar la inserción de las dos ramas del pubococcígeo a nivel de su inserción en el pubis (fig. 3), que tienen unos 5 mm de amplitud. La marca posterior que debe emplearse en ecografía está representada por la visión del fascículo anorrectal (fig. 5), identificable en corte transversal buscando la zona donde el recto está más anterior. De esta forma se observan claramente ambas cinchas del músculo pubococcígeo y podrá verse, y medirse, la amplitud y el área que tiene el hiato urogenital (fig. 4). La medición ha sido estandarizada a nivel de la uretra, porción media de la vagina y zona anterior del recto.

Si a este nivel se desplaza el transductor más en profundidad, aparece el músculo obturador interno, con lo que puede observarse cómo se inserta en él la fascia del músculo ileococcígeo.

Se ha observado que el área del hiato es mayor en mujeres en situación de reposo que cuando se realiza el Valsalva (fig. 4). Así mismo, es mayor en mujeres con prolapso^{1,2}, pero no varía si éste se acompaña de incontinencia genuina de esfuerzo; ello hace pensar que la amplitud del hiato desempeña un papel fundamental en la etiología del prolapso, pero apenas tiene importancia en la incontinencia urinaria.

Otras estructuras, como el espacio de Retzius o el surco lateral vaginal de la uretra, pueden ser observados y explorados con 3D¹, al igual que el volumen renal⁸.

PATOLOGÍA DE LA URETRA

Pueden observarse divertículos uretrales (fig. 1) que, aunque son generalmente adquiridos (posparto, infecciones, obstrucciones de glándulas uretrales, cirugía sobre la uretra, etc.), los hay congénitos.

Se caracterizan por la observación de imágenes pseudoquísticas localizadas con mayor frecuencia en la cara posterior y porción distal de la uretra.

Pueden explorarse con ecografía vaginal, aunque se ha recomendado prácticamente siempre el empleo de técnicas radiológicas (rayos X con contrastes, balón de Tratner, etc.). Estas técnicas no pueden mostrar los tejidos blandos, lo que hace improbable que pueda ser localizada la porción del *ostium* que conduce al divertículo y su relación con el esfínter, lo cual es muy importante a la hora de decidir la técnica quirúrgica a emplear. Tampoco muestran el contenido del divertículo, que puede ser muy varia-

do (moco, cálculos, crecimientos endofíticos, etc.) y cuyo conocimiento es importante a la hora de la intervención.

El diagnóstico con 3D¹² permite observar toda la uretra, el esfínter, localizar el ostium de entrada al divertículo y ver su relación anatómica con el esfínter. También logra visualizar el contenido y, lo que es muy importante, sirve de control tras la cirugía.

La visión multiplanar de la uretra y la vejiga sirve, finalmente, para el diagnóstico de estenosis, cistocelos, enterocelos, pólipos y neoplasias malignas.

En resumen, es muy probable que la ecografía en 3D, cuando se disponga de mayor experiencia, abra nuevas posibilidades para un diagnóstico más rápido y certero en campos uroginecológicos tan interesantes como:

- La visión nítida, hasta ahora difícil, de la uretra, rabdoesfínter y suelo pélvico.
- Realizar la volumetría vesical en mujeres normales y con descenso.
- Diagnóstico de la incompetencia genuina de esfuerzo.
- Ayudar a determinar la etiología de los prolapso y la incontinencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Athanasiou S, Hill S, Cardozo LD, Khullar V, Anders K. Three dimensional ultrasound of the urethra, periurethral tissues and pelvic floor. *Int J Urogynaecol* 1995; 6S: 239.
2. Athanasiou S, Boss K, Khulla RV, Anders K, Cardoso L. Pathogenesis of genuine stress incontinence and urogenital prolapse. *Neurourol Urodyn* 1996; 15: 339-340.
3. Bernstein IT, Juul N, Gronvall S, Bonde B, Klarskov P. Pelvic floor muscle thickness measured by perineal ultrasonography. *Scan J Urol Nephrol* 1991; 137S: 131-133.
4. Bernstein IT. The pelvic floor muscles: muscle thickness in healthy and urinary incontinent women measured by perineal ultrasonography with reference to the effect of pelvic floor training. *Estrogen receptor studies. Neurourol Urodyn* 1997; 16: 237-275.
5. Bhatia NN, Ostergard DR, McQuown D. Ultrasonography in urinary incontinence. *Urology* 1987; 29: 90-94.
6. Bonilla-Musoles F, Vilela M, Simón C. Diagnóstico endosonográfico de la incontinencia urinaria. En: Bonilla-Musoles F, editor. *Tratado de endosonografía en obstetricia y ginecología*. 2.ª ed. Barcelona: Masson Salvat, 1992; 319.
7. Chagas K, Bonilla-Musoles F, Machado L. Ecografía transrectal en ginecoobstetricia. En: Bonilla-Musoles F, editor. *Tratado de endosonografía en obstetricia y ginecología*. 2.ª ed. Barcelona: Masson Salvat, 1992; 347.
8. Giilsa OH, Smievoll AI, Thune N et al. In vivo comparison of 3D ultrasonography and Magnetic Resonance Imaging in volume estimation of human kidneys. *Ultrasound Med Biol* 1996; 22: 561-572.
9. Jiménez-Cruz JF, Boronat F. Ecografía intracavitaria urológica de interés ginecológico. En: Bonilla-Musoles, editor. *Tratado de endosonografía en obstetricia y ginecología*. 2.ª ed. Barcelona: Masson Salvat, 1992; 355.

- 4
10. Johnson JD, Lamensdorf H, Hollander IN, Thurman AE. Use of transvaginal endosonography in the evaluation of women with stress urinary incontinence. *J Urol* 1992; 147: 421-425.
 11. Khullar V, Athanasiou S, Cardoso LD, Salvatore S, Kelleher CJ. Urinary sphincter volume and urodynamic diagnosis. *Neurourol Urodyn* 1996; 15: 334-336.
 12. Khullar V, Cardoso LD. Three dimensional ultrasound in Urogynecology. En: Merz E, editor. 3-D Ultrasonography in obstetrics and gynecology. Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998; 65-71.
 13. Khullar V, Salvatore S, Cardozo LD, Abbott D, Hill S. Three-Dimensional ultrasound of the urethra and urethral pressure profiles. *Int J Urogynaecol* 1994; 5S: 319.
 14. Khullar V, Salvatore S, Cardozo LD, Hill S, Kelleher CJ. Three dimensional ultrasound of the urethra and urethral sphincter—a new diagnostic technique. *Neurourol Urodyn* 1994; 13: 352-354.
 15. Kirschner-Hermanns R, Klein H, Muller U, Schafer W, Jakse G. Intraurethral ultrasound in women with stress incontinence. *Br J Urol* 1994; 74: 315-318.
 16. Klein H, Kirschner-Hermanns R, Lagunilla J, Gunther RW. Assessment of incontinence with intraurethral ultrasound: preliminary results (abstract). *Radiology* 1993; 187: 141-143.
 17. Marks LS, Dorey FJ, Macairan ML, Park C, de Kernion JB. Three dimensional ultrasound device for rapid determination of bladder volume. *Urology* 1997; 50: 341-348.
 18. Peschers U, Schaer G, Anthuber C, Delancey JO, Schuessler B. Changes in vesical neck mobility following vaginal delivery. *Obstet Gynaecol* 1996; 88: 1001-1006.
 19. Quinn MJ. Vaginal ultrasound and urinary stress incontinence. *Contemp Obgyn* 1990; 2: 104-110.
 20. Riccabona M, Nelson TR, Pretorius DH, Davidson TE. In vivo three dimensional sonographic measurement of organ volume: validation in the urinary bladder. *J Ultrasound Med* 1996; 15: 627-632.
 21. Schnider P, Birmer P, Gendo A, Ratheiser T, Auff E. Bladder volume determination portable 3D versus stationary 2D ultrasound device. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 18-21.
 22. Wise BG, Khullar V, Cardoso LD. Bladder neck movement during pelvic floor contraction and intravaginal electrical stimulation in women with and without genuine stress incontinence. *Neurourol Urodyn* 1992; 11: 309-311.
 23. Wise BG, Burton G, Cutner A, Cardoso LD. Effect of vaginal ultrasound probe on lower urinary tract function. *Br J Urol* 1992; 70: 12-16.