

UroImAgen

Tratado de **Urología** en Imágenes

Reservados todos los derechos de los propietarios del copyright.

Prohibida la reproducción total o parcial de cualquiera de los contenidos de la obra.

© **Editores: Ángel Villar-Martín, Jesús Moreno Sierra, Jesús Salinas Casado**

© Los autores

© Editorial: LOKI & DIMAS

El contenido de esta publicación se presenta como un servicio a la profesión médica, reflejando las opiniones, conclusiones o hallazgos de los autores. Dichas opiniones, conclusiones o hallazgos no son necesariamente los de Almirall, por lo que no asume ninguna responsabilidad sobre la inclusión de los mismos en esta publicación.

ISBN: 978-84-940671-7-4

Depósito legal: M-24989-2013

Patrocinado por:



Soluciones pensando en ti

ACTUALIDAD E INDICACIONES DE LA ECOGRAFÍA EN EL DIAGNÓSTICO DE LA PATOLOGÍA UROLÓGICA

INTRODUCCIÓN.....	3
MODALIDADES BÁSICAS DE ULTRASONIDO	3
PROCESAMIENTO Y MEJORA DE LA IMAGEN ECOGRÁFICA	4
CONTRASTES ECOGRÁFICOS	7
ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD (HIFU)	10
RESUMEN.....	12
BIBLIOGRAFÍA.....	13

ACTUALIDAD E INDICACIONES DE LA ECOGRAFÍA EN EL DIAGNÓSTICO DE LA PATOLOGÍA UROLÓGICA

Susana Martín Garre, Julián Hernández Montero, Carmen Soteras Roura, Esther Contreras Cecilia.

Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

INTRODUCCIÓN

La ecografía es una de las pruebas de imagen más empleadas en medicina, siendo una herramienta diagnóstica clave para el urólogo. Es barata y segura, en comparación con otras técnicas de imagen empleadas en urología, pues no emite radiación ionizante ni emplea contrastes nefrotóxicos. Y no sólo tiene un valor diagnóstico sino que es de gran utilidad en los procedimientos intervencionistas, ya que permite guiar a tiempo real la colocación de catéteres o la realización de biopsias, así como el tratamiento de lesiones por termocoagulación o radiofrecuencia. En este artículo se realizará una descripción de los últimos avances en la técnica y sus aplicaciones clínicas en urología.

MODALIDADES BÁSICAS DE ULTRASONIDO

En la práctica habitual se emplean dos modalidades básicas: la ecografía en escala de grises (modo B) y la ecografía Doppler.

En la primera, la imagen se forma en base a los diferentes ecos que reflejan los tejidos al incidir sobre ellos un haz de ultrasonido, los cuales mostrarán una ecogenicidad proporcional a la intensidad de la señal que reciba el transductor (fuente emisora y receptora de ultrasonidos). La ecografía Doppler se basa en la representación del cambio de frecuencia que tiene lugar en la onda transmitida cuando existe un movimiento relativo entre el transductor y la estructura que se evalúa. El Doppler pulsado permite evaluar las curvas de flujo en una escala tiempo-velocidad, lo que permitirá medir diferentes parámetros. El Doppler color representa la vascularización en una escala de colores según el vaso se acerque o aleje del transductor (**Figura 1**). El Power Doppler tiene mayor sensibilidad y permite evaluar vasos profundos, pequeños o de flujo lento, siendo muy útil en la ecografía escrotal¹⁻⁵.

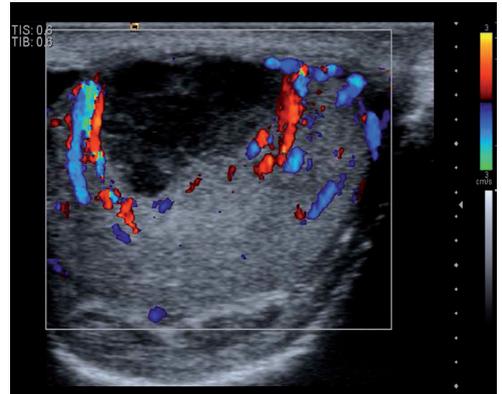


Figura 1. Ecografía Doppler color que muestra la vascularización del tejido que rodea a un hematoma intratesticular (Cortesía de Siemens S.A. División Medical Solutions).

PROCESAMIENTO Y MEJORA DE LA IMAGEN ECOGRÁFICA

Imagen basada en armónicos

Durante la emisión del haz de ultrasonidos los tejidos producen múltiples ecos de baja amplitud denominados armónicos. Sin embargo, el eco inicial del pulso fundamental, el segundo armónico, es el único suficientemente fuerte para tener una aplicación clínica⁵.

Los armónicos son menos susceptibles a los artefactos mejorando la relación señal-ruido, es decir, la relación entre la amplitud de la señal deseable (los ecos que forman la imagen) y la amplitud de la señal no deseable (ruido que no contribuye a la formación de la imagen). Además, mejoran la resolución de las estructuras superficiales y la resolución de contraste.

Imagen espacial compuesta

Se basa en la formación de la imagen a partir de ondas de ultrasonido emitidas en múltiples ángulos al mismo tiempo. Los ecos obtenidos de diferentes orientaciones espaciales permiten obtener una imagen con menor ruido y menos artefacto, con mayor contraste y mejor definición de bordes que en modo B⁶ (**Figuras 2, 3 y 4**).

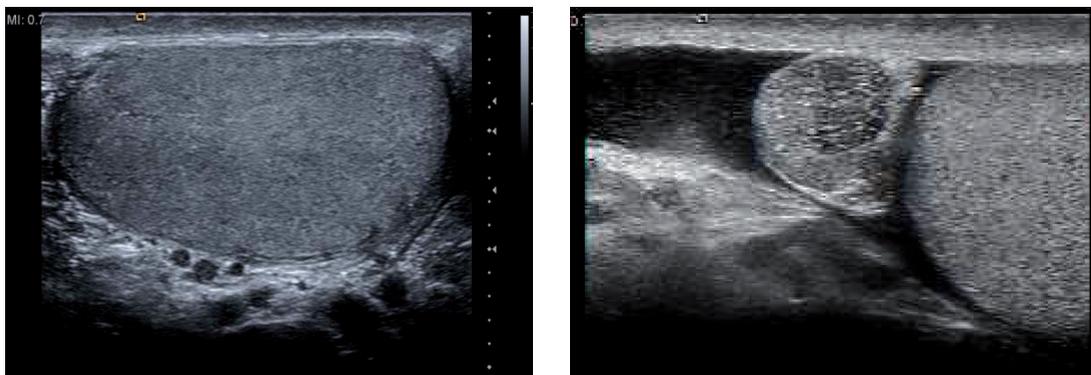


Figura 2 y 3. Imágenes de un testis y de la cabeza y cuello de un epidídimo normales obtenidas con técnica de imagen espacial compuesta (*Cortesía de Siemens S.A. División Medical Solutions*).

Imagen panorámica o extendida

Una de las limitaciones de la ecografía convencional es la limitación del campo de visión. El uso de transductores 2D permite formar un campo de visión más amplio según la sonda es

desplazada lateralmente a lo largo del área de interés, obteniendo múltiples imágenes desde ángulos distintos, que son reconstruidas en una imagen única panorámica⁷ (**Figura 5**).



Figura 4. Hematoma intratesticular. Técnica de imagen espacial compuesta (Cortesía de Siemens S.A. División Medical Solutions).



Figura 5. Espermatocoele. Imagen panorámica o extendida (Cortesía de Siemens S.A. División Medical Solutions).

Ecografía en tres dimensiones

La representación en tres dimensiones de una estructura se realiza utilizando transductores 2D que, o bien reciben los ecos y posteriormente son reconstruidos en tres dimensiones, o permiten la formación de la imagen tridimensional a tiempo real, a partir de un barrido de 360° que realizan los haces de ultrasonidos emitidos sobre el volumen de una estructura (**Figura 6**). Esta adquisición permite realizar una reconstrucción multiplanar que facilita la obtención de mediciones más exactas así como una mejor apreciación de las relaciones anatómicas del área de interés^{8,9}. Además, disminuyen enormemente las consecuencias derivadas de la variabilidad operador-dependiente, ya que las mediciones son más reproducibles. En los

estudios de la próstata, se ha demostrado que proporciona medidas más exactas de la densidad del PSA y permite un mapeo más completo para la braquiterapia⁸. Podría ser utilizado para la evaluación de rutina de testículo, así como en pacientes con disfunción eréctil, ya que permite, por ejemplo, realizar reconstrucciones de las arterias cavernosas pudiendo visualizar posibles estenosis o fístulas. Una de las limitaciones principales de esta técnica es la posible presencia de artefactos tanto durante la adquisición de la imagen como durante el procesamiento de la misma, que pueden dificultar el diagnóstico.

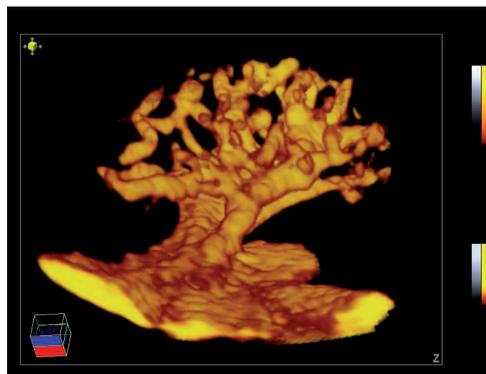


Figura 6. Reconstrucción 3D de la vascularización de un riñón fetal (Cortesía de Siemens S.A. División Medical Solutions).

Ecografía en cuatro dimensiones

La ecografía en cuatro dimensiones incorpora un componente temporal a la ecografía en tres dimensiones, ya que consiste en la obtención de volúmenes en 3D sucesivos a tiempo real, según el transductor 2D es desplazado sobre el área de interés. Tiene utilidad en la adquisición de volúmenes en sistemas dinámicos, como el ciclo cardiaco^{10,11} y se está evaluando su uso en procedimientos intervencionistas, como la biopsia de órganos sólidos¹².

CONTRASTES ECOGRÁFICOS

Los contrastes ecográficos o ecopotenciadores consisten en microburbujas compuestas por gas y una membrana lipídica que, inyectadas vía intravenosa, aumentan la señal de las

estructuras vasculares en ecografía. A medida que las microburbujas circulan por el área que se está explorando, resuenan. Debido a la alta diferencia en la impedancia acústica entre la sangre y las microburbujas circulantes, prácticamente todos los haces de ultrasonido son reflejados, potenciando así la señal de los vasos. La señal óptima se obtiene cuando la frecuencia con la que se explora el área de interés coincide con la frecuencia de resonancia de la microburbuja que suele ser de 3 MHz para una típica burbuja de $1 \mu\text{m}^{3,13}$, precisamente, dentro del rango de frecuencias más empleado en el estudio del abdomen (generalmente, sonda tipo convex). El software específico de contrastes ecográficos empleará la selección de armónicos para eliminar los artefactos producidos por la señal procedente de los tejidos adyacentes a las estructuras vasculares que se están estudiando. Asimismo, se emplean índices mecánicos bajos. La EFSUMB (*European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology*) publicó unas guías de uso de contraste ecográfico en lesiones hepáticas en la edición de agosto de 2004 de la revista *Ultraschall in der Medizin/European Journal of Ultrasound*. Estas guías fueron ampliadas en una nueva publicación en 2008¹⁴, que ya incluye aplicaciones de contrastes ecográficos en el riñón, el reflujo vesicoureteral, el páncreas, los traumatismos y la circulación cerebral. Los contrastes ecográficos presentan la ventaja de no ser nefrotóxicos, pudiendo ser utilizados en pacientes con insuficiencia renal.

Uso de contrastes ecográficos en la patología renal

Dado que las microburbujas quedan confinadas al espacio intravascular, no proporciona información acerca de la función excretora de los riñones. Tras la inyección del contraste seguido de un bolo de 10 ml de suero salino, la corteza renal realza en primer lugar (a los 10-15 segundos de la inyección) seguido del realce lento de la medular, con posterior lavado de ésta seguido de la cortical. De esta manera, se evalúa a tiempo real (generalmente, hasta los 180 segundos) la captación y lavado del contraste.

Las indicaciones que proponen las guías antes mencionadas son:

- Evaluación de variaciones anatómicas que puedan simular un tumor renal (“pseudotumor”), como una columna de Bertin.
- Caracterización de lesiones quísticas complejas y sospecha de carcinoma de células renales quístico, ya que demuestran la existencia de vascularización de septos, paredes o polos sólidos.
- Diferenciación de trombo tumoral de un trombo benigno en vena renal o vena cava (demostración de vascularización en el primero).
- Sospecha de alteraciones vasculares como infarto o necrosis cortical.
- Trauma renal y seguimiento.
- Pacientes con contraindicaciones para el uso de contrastes de TC o RM.

En la valoración del trasplante renal han resultado de gran utilidad para descartar infartos, necrosis cortical así como trombosis venosa^{15,16} pudiendo ser empleados también para identificar complicaciones postprocedimiento como sangrado, hematomas o fístulas arteriovenosas¹⁷.

Uso de contrastes ecográficos en el reflujo véscico-ureteral

Aparte de la vía intravenosa, los contrastes ecográficos son susceptibles de administración intracavitaria, siendo la principal aplicación el diagnóstico de reflujo vesicoureteral tras su instilación intravesical¹⁸. Los contrastes ecográficos potencian de forma importante el contenido de la vejiga por lo que si existe reflujo, el paso de microburbujas al uréter y al sistema pielocalicial puede ser fácilmente identificado. Estudios comparativos con la cistouretrografía en niños, han demostrado la mayor sensibilidad de las técnicas de contraste ecográfico en la detección del reflujo vesicoureteral¹⁹⁻²⁶. Una de las limitaciones de estos estudios es la evaluación de la uretra que debe realizarse vía transperineal durante la micción. Por ello, no

están indicadas como primera prueba de imagen para evaluar el reflujo en niños varones ni para evaluar la función vesical.

Las indicaciones que proponen las guías de la EFSUMB son:

- Control del reflujo tras tratamiento conservador o quirúrgico.
- Primer estudio de reflujo en niñas.
- *Screening* de reflujo (por ejemplo en el trasplante renal).

ULTRASONIDO FOCALIZADO DE ALTA INTENSIDAD (HIFU)

El ultrasonido utilizado en la ecografía diagnóstica convencional tiene una baja intensidad de señal, sin riesgo biológico. En cambio, el Ultrasonido Focalizado de Alta Intensidad (HIFU) produce depósito focal intenso de calor en un punto, por lo que se emplea con fines terapéuticos, como en el tratamiento mínimamente invasivo del cáncer de próstata²⁷. En este procedimiento, se usa una sonda transrectal que produce ondas de ultrasonido superiores a 100 W/pulso, energía que se focaliza en un área que llega a alcanzar los 80-100° produciendo necrosis por coagulación de la zona²⁷. Puede realizarse el procedimiento en el momento del diagnóstico, evitando el retraso de una posible cirugía o radiación. Además, la zona de interés es tratada de forma más exacta evitando el daño de los tejidos adyacentes que no se verán afectados. Puede servir también como terapia de rescate tras radioterapia o cirugía²⁷. La experiencia clínica de la terapia por HIFU en el cáncer de próstata es limitada aunque prometedora²⁸⁻³⁰.

Elastografía

Es una técnica que utiliza ultrasonidos basada en la caracterización de las lesiones en función de su elasticidad. En varios estudios³¹⁻³³ se ha demostrado su utilidad en la detección del cáncer de próstata con la consiguiente biopsia dirigida, especialmente en combinación con el uso de contrastes ecográficos, si bien se requiere un mayor desarrollo de éstos, pues la frecuencia de resonancia de las actuales microburbujas no alcanza el rango de frecuencias, generalmente empleado en la ecografía transrectal (5.0-7.5 MHz). No obstante, los resultados de ambas técnicas son prometedores y probablemente supongan en el futuro un cambio importante en el papel de los ultrasonidos en el diagnóstico del cáncer de próstata.

Ultrasonido *Near-Infrared* (NIR)

Aunque la ecografía convencional permite, en la mayoría de las ocasiones, diferenciar entre lesiones quísticas y sólidas, su especificidad en el diagnóstico de la patología tumoral genitourinaria no es muy alta debido a que se superponen con relativa frecuencia los hallazgos de las lesiones benignas y malignas. El uso de luz NIR, en combinación con ultrasonidos de alta resolución, permite diferenciar tumores del parénquima normal, basándose en parámetros del tejido tales como el volumen de sangre, la saturación de oxígeno, la dispersión de la luz y la concentración y retención de contrastes³⁴. Varios estudios han documentado su utilidad en las lesiones de mama, así como posibles aplicaciones en el área genitourinaria³⁴, tales como la visualización de los nervios, perfusión de tejidos y de ganglios linfáticos durante la cirugía urológica. Existen varios estudios que se están llevando a cabo en la actualidad acerca de su utilidad en la delimitación del margen tumoral en correlación con la histopatología así como en la visualización de los nervios cavernosos con el objetivo de disminuir el porcentaje de disfunción eréctil en la prostatectomía radical³⁵ o en la cuantificación de la reperusión tras la reducción de una torsión testicular en modelos animales³⁶.

RESUMEN

La ecografía es una de las pruebas de imagen más empleadas en urología. Desde la primera aplicación clínica de los ultrasonidos en los años cuarenta, son muchos los avances que se han producido en esta técnica abriendo cada vez más su abanico de posibilidades diagnósticas en sus diferentes modalidades. En este artículo, se realizará una descripción de los últimos avances en la técnica y sus aplicaciones clínicas en urología.

BIBLIOGRAFÍA

1. Christensen JD, Dogra VS. *New Advances in Genitourinary Ultrasound*. *Ultrasound Clin*. 2007; 2:105-114.
2. Hamper UM, Dejong MR, Caskey CI, et al. *Power Doppler imaging: clinical experience and correlation with color Doppler US and other imaging modalities*. *Radiographics*. 1997; 17:499-513.
3. Dogra V, Rubens D, editors. *Ultrasound secrets*. Philadelphia: Hanley & Belfus. 2004; 261-269.
4. Kim TK, Choi BI, Han JK, et al. *Hepatic tumors: contrast agent-enhancement patterns with pulse-inversion harmonic US*. *Radiology* 2000; 216:411-7.
5. Rosenthal SJ, Jones PH, Wetzel LH. *Phase inversion tissue harmonic sonographic imaging: a clinical utility study*. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176:1393-8.
6. Jespersen SK, Wilhelm JE, Sillesen H. *Multiangle compound imaging*. *Ultrason. Imaging*. 1998; 20:81-102.
7. Hangiandreou NJ. *AAPM/RSNA physics tutorial for residents: topics in US. B-mode US: basic concepts and new technology*. *Radiographics*. 2003; 23:1019-33.
8. Downey DB, Fenster A, Williams JC. *Clinical utility of three-dimensional US*. *Radiographics* 2000;20:559-7
9. Riccabona M, Fritz GA, Schollnast H, et al. *Hydronephrotic kidney: pediatric three-dimensional US for relative renal size assessment-initial experience*. *Radiology*. 2005; 236(1):275-83.
10. Nguyen LD, Leger C, Debrun D, et al. *Validation of a volumic reconstruction in 4d echocardiography and gated SPECT using a dynamic cardiac phantom*. *Ultrasound Med. Biol*. 2003; 29(8):1151-60.

11. Bhat AH, Corbett VN, Liu R, et al. Validation of volumen and mass assessments for human fetal heart imaging by four-dimensional spatiotemporal image correlation echocardiography. *J. Ultrasound. Med.* 2004; 23:1151-9.
12. Won HG, Han JK, Do KH, et al. Values of four-dimensional ultrasonography in ultrasonographically guided biopsies of hepatic masses. *J. Ultrasound Med.* 2003; 29(8):1151-60.
13. Robbin ML, Lockhart ME, Barr RG. Renal imaging with ultrasound contrast: current satus. *Radiol. Clin. North. Am.* 2003; 41:963-78.
14. Claudon M, Cosgrove D, Albrecht T, Bolondi L, Bosio M, Calliada F, et al. Guidelines and Good Clinical Practice Recommendations for Contrast Enhanced Ultrasound (CEUS)-Update 2008. *Ultraschall in Med.* 2008; 29:28-44.
15. Correas J, Helenon O, Moreau J. Contrast-enhanced ultrasonography of native and transplanted kidney diseases. *Eur. Radiol.* 1999; 9 Suppl 3:S394-400.
16. Schmiedl UP, Carter S, Martin RW, et al. Sonographic detection of acute parenchymal injury in an experimental porcine model of renal hemorrhage: gray-scale imaging using a sonographic contrast agent. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1999; 173:1289-1294.
17. Yamakado K, Tanaka N, Nakagawa T, et al. Renal angiomyolipoma: relationship between tumor size, aneurysm formation, and rupture. *Radiology.* 2002; 225:78-82.
18. Darge K. Contrast-enhanced voiding urosonography for diagnosis of vesicoureteral reflux in children. *Pediatr. Radiol.* 2007; 38:40-63.
19. Darge K, Troeger J, Duetting T et al. Reflux in Young patients: comparison of voiding US of the bladder and retrovesical space with echo enhancement versus voiding cystourethrography for diagnosis. *Radiology.* 1999; 210:201-207.
20. Berrocal T, Gaya F, Arjonilla A, et al. Vesicoureteral reflux: diagnosis and grading with echo-enhanced cystosonography versus voiding cystourethrography. *Radiology.* 2001; 221:359-365.

21. *Ascenti G, Zimbaro G, Mazzioti S, et al. Harmonic US imaging of vesicoureteric reflux in children: usefulness of a second generation US contrast agent. Pediatr. Radiol. 2004; 34:481-487.*
22. *Darge K, Beer M, Gordjani N et al. Contrast-enhanced voiding urosonography with the use of a 2nd generation US contrast medium: preliminary results. Pediatr. Radiol. 2004; 34:S97.*
23. *Galloy MA, Mandry D, Pecastaings M, et al. Sonocystography: a new method for the diagnosis and follow-up of vesico-ureteric reflux in children. J. Radiol. 2003; 84:2055-206.*
24. *Kenda RB, Novljan G, Kenig A, et al. Echo-enhanced ultrasound voiding cystography in children: a new approach. Pediatr. Nephrol. 2000; 14:297-300.*
25. *Radmayr C, Klauser A, Pallwein L, et al. Contrast enhanced reflux sonography in children: a comparison to standard radiological imaging. J. Urol. 2002; 167:1428-1430.*
26. *Valentini AL, De Gaetano AM, Destito C, et al. The accuracy of voiding urosonography in detecting vesico-ureteral reflux: a summary of existing data. Eur. J. Pediatr. 2002; 161:380-384.*
27. *Gardner TA, Koch MA. Prostate cancer therapy with high-intensity focused ultrasound: comprehensive review. Clin. Genitourin Cancer. 2005; 4(3):187-92.*
28. *Illing RO, Leslie TA, Kennedy JE, et al. Visually directed high-intensity focused ultrasound for organ-confined prostate cancer: a proposed standard for the conduct of therapy. BJU Int. 2006; 98(6):1187-92.*
29. *Thuroff S, Chaussy C, Vallanaen G, et al. High-intensity focused ultrasound and localized prostate cancer: efficacy results from the European multicentric study. J. Endourol. 2003; 17(8):673-77.*
30. *Blana A, Walter B, Rogenhofer S, et al. High-intensity focused ultrasound for the treatment of localized prostate cancer: 5-year experience. Urology. 2004; 63(2):297-300.*

31. *Pallwein L, Mitterberger M, Pelzer A, et al. Ultrasound of prostate cancer: recent advances. Eur. Radiol. 2008; 18:707-715.*
32. *Pallwein L, Mitterberger M, Gradl J, et al. Value of contrast-enhanced ultrasound and elastography in imaging of prostate cancer. Curr. Opin. Urol. 2007; 17:39-47.*
33. *Tsutsumi M, Miyagawa T, Matsumura T, et al. The impact of real-time tissue elasticity imaging (elastography) on the detection of prostate cancer: clinicopathological analysis. Int. J. Clin. Oncol. 2007; 12:250-255.*
34. *Chen NG, Guo P, Yan S, et al. Simultaneous near-infrared diffusive light and ultrasound imaging. Appl. Opt. 2001; 40(34):6367-80.*
35. *Golijanin DJ, Wood RW, Madeb R, et al. Intraoperative visualization of cavernous nerves using near infrared fluorescence of indocyanine green in the rat. J. Endourol. 2006; 20(Suppl 1):A1-75 [Virtual poster Session].*
36. *Capraro GA, Mader TJ, Coughlin BF, et al. Feasibility of using near-infrared spectroscopy to diagnose testicular torsion: an experimental study in sheep. Ann. Emerg. Med. 2007; 49(4):520-5.*

Patrocinado por:



Soluciones pensando en ti