



ECOGRAFÍA EN UROLOGÍA

J. PASSAS MARTÍNEZ, A. RODRÍGUEZ ANTOLÍN, S. DE LA ROSA

Unidad de Próstata y Ecografía del Servicio de Urología. Hospital 12 de Octubre. Madrid.

PALABRAS CLAVE:
Ecografía. Urología. Ultrasonidos

KEY WORDS:
Echography. Urology. Ultrasound.

Actas Urol Esp. 26 (9): 650-665, 2002

RESUMEN

Desde su introducción efectiva, hace más de dos décadas, los ultrasonidos han incrementado progresivamente su importancia en el diagnóstico urológico de manera que en la actualidad es una de las exploraciones más frecuentemente utilizadas; 1 de cada 4 pruebas de imagen realizadas en medicina es una ecografía. La posibilidad de "intervenir" bajo control ecográfico, tanto con intencionalidad diagnóstica como terapéutica, se investigó desde los inicios de los ultrasonidos. Actualmente la ecografía intervencionista es un procedimiento consolidado en urología abarcando numerosos procedimientos sobre próstata, vejiga, riñón, que requieren técnicas de punción eco-dirigidas. Oportunas adaptaciones de los ultrasonidos en funciones de control y monitorización de tratamientos como la litotricia extracorpórea por ondas de choque o la brachiterapia transperineal ha generalizado aún más la utilización cotidiana por parte de los urólogos. Nuevas tecnologías, actualmente en desarrollo, como los ultrasonidos de alta energía en el tratamiento del cáncer renal y prostático, los ultrasonidos en 3 dimensiones, el Doppler-energía, y los contrastes ultrasónicos permite augurar un protagonismo, aún más importante, de los ultrasonidos en urología.

ABSTRACT

After its introduction more than twenty years ago, ultrasound has continually increased in importance in urology diagnostics and is currently one of the most frequent exploratory techniques used. It corresponds to one out of every four imaging techniques carried out in medicine. The possibility of intervention under echographic control, for either diagnostic or therapeutic purposes, has been studied ever since ultrasound first appeared. Nowadays, interventionist echography is a commonly used technique in urology and is applied in a wide range of procedures carried out on the prostate gland, bladder and kidney that require echography-guided puncture techniques. Timely modifications of ultrasound for control and monitoring of treatments such as shock wave extracorporeal lithotripsy or transperineal brachitherapy has increased even more its day-to-day use by urologists. New technologies currently under development such as high-energy ultrasound in the management of kidney and prostate cancer, 3-dimensional ultrasound, Doppler-energy and contrast ultrasound have also increased the importance of this procedure in urology.

INTRODUCCIÓN

Las primeras imágenes obtenidas de órganos abdominales mediante ultrasonidos (US) fueron de vejiga y riñón, a principios de los 50¹. Aunque la escasa calidad de las imágenes limitaba su uso en la práctica clínica, constituyó un definitivo impulso al desarrollo de una de las tecnologías de más impacto en el diagnóstico en medicina. Si bien en la práctica clínica la difusión de los US comienza en la década de los 60 con los registros en modo B, no fue hasta comienzos de los 70 cuando se comienza con un extraordinario salto cualitativo que significó el desarrollo de la ultrasonografía en escala de grises, no sólo desde una perspectiva estrictamente diagnóstica sino también intervencionista; así en 1977 se publica el primer trabajo de punción percutánea ecodirigida en el que se describe la punción de quistes y la biopsia renal². A partir de entonces se produce la incorporación de terminologías hoy tan familiares como percutánea o endourología, asistiendo al declive de numerosas intervenciones quirúrgicas abiertas tales como la nefrostomías, cistostomías, biopsia renal, etc. Otro hito por su posterior repercusión en urología fue la aportación de la ecografía prostática transrectal. La adaptación por parte de Watanabe de un prototipo de transductor transesofágico, específico para estudio cardiológico permitió a Watanabe la obtención en 1967 de las primeras ecografías prostáticas transrectales (ETR). Desde la primera comercialización en 1973 (modelo silla) la incorporación de los sucesivos avances en la tecnología ultrasónica ha sido continua, permitiendo una vasta difusión de los equipos y la intensidad de aplicación como herramienta diagnóstica e intervencionista³.

A mediados de los 80 se desarrolla el Doppler color. El impacto de tecnología computacional aplicada a los ultrasonidos se hace evidente con todo su potencialidad al final de esa década y en los 90. A su sombra se desarrollan sucesivas innovaciones que incluyen el Doppler energía o “power Doppler”, los ultrasonidos en tres dimensiones y mejoras sustanciales en el procesado de la señal ultrasónica. Junto a estas, la introducción de agentes de contraste para empleo ultrasónico, abre un nuevo campo de investigación y posible aplicación clínica, a la que no es ajena la disciplina urológica.

El objetivo de la presente revisión no será, en su mayor parte, la descripción sistemática de indicaciones de la US ni los hallazgos ecográficos de las diferentes patologías, dada la amplitud que tal asunto requeriría, sino el análisis del estado actual de las aplicaciones de la ecografía en Urología más prevalentes, con especial hincapié en las cuestiones que presentan cierta controversia así como un repaso a aplicaciones de tecnologías emergentes que sin duda serán protagonistas de importantes avances en el campo de la urología en la presente década.

Desde un punto de vista formal la revisión se dividirá en los apartados: nuevas tecnologías en US, ecografía externa, ecografía endocavitaria, y ecografía intervencionista y laparoscópica.

NUEVAS TECNOLOGÍAS EN ULTRASONOGRAFÍA

El mayor avance en la tecnología de los US ocurrió como resultado de la incorporación de la tecnología digital en la instrumentación de los US a principios de los 80. A mediados de los 80 el desarrollo del Doppler amplía las prestaciones de los US en medicina. En el resto de la década y en los 90 los US como otras tantas tecnologías “sufren” la imparable expansión de la computación. Consecuencia de ello es una serie de innovaciones que incluyen el Doppler energía, mejoras en el procesado de la señal ultrasónica, US en tres dimensiones, la elastografía, transductores de alta frecuencia, etc. Paralelamente a esas tecnologías se han desarrollado considerablemente los potenciadores de señal ultrasónica que complementan a las anteriores, de forma que su utilización conjunta parece que será el estándar de actuación en el futuro.

La revisión de la literatura publicada en los tres últimos años denota una importante contribución de las nuevas modalidades de ultrasonidos al ámbito de la urología con 33 trabajos, en los que se emplea el Doppler energía solo o combinado con la utilización de potenciadores de señal, la mayoría de los cuales, 15, investigan las posibilidades diagnósticas en el cáncer de próstata (CP); en 7 de estos 15 se utiliza contraste ultrasónico como potenciador de imagen. Tras el CP le sigue el trasplante renal con 8 y el cáncer renal con 5 publicaciones. Otros campos incluyen la patología uretral, escrotal, testículo, disfunción eréctil y estenosis de la unión pieloureteral.

Contrastes ultrasónicos

Los potenciadores de la señal ultrasónica o contrastes ultrasónicos (CU) tienen como función la potenciación de la señal de retorno del eco emitido por el transductor. Aunque han adquirido notoria actualidad científica e interés comercial (en la actualidad se están evaluando 29 tipos diferentes de CU), su utilización se remonta décadas atrás: el tipo más barato y sencillo es el suero salino agitado, administrado por vía I.V., de conocido uso por cardiólogos; sin embargo la limitación del mismo debido a la inestabilidad provocada por la rápida ruptura de las burbujas, así como el relativo gran tamaño de las mismas que impedia su paso a través de la circulación pulmonar limitaba considerablemente su eficacia⁴. Físicamente el efecto se basa en la diferencia en la compresibilidad de las microburbujas respecto a los hematíes; ello se traduce en un efecto neto de aumento de la ecogenicidad en el color o en el espectro si utilizamos Doppler o en la intensidad de la imagen en caso de usar escala de grises. Para ser clínicamente efectiva, la potenciación del efecto debe ser relativamente prolongado. La vida media, o persistencia de las microburbujas dependen del tamaño (que debe permitir su paso a través de pulmón), tensión superficial de la membrana que contiene el gas, difusión del mismo a través de la membrana y frecuencia del transductor. A diferencia de la mayoría de los contrates utilizados en la TAC y RNM que presentan rápida difusión al intersticio tisular, de la propiedad de los CU de permanecer en el árbol vascular se puede inferir que cualquier eco recibido desde una microburbuja refleja la presencia de un vaso; por esta razón entre los usos potenciales de los CU figuran todos aquellos en los que la evaluación de la arquitectura microvascular pueda ser de interés, poniendo de manifiesto tanto un incremento como disminución de la vascularización lo que tiene una evidente aplicación en la detección de patología tumoral, detección de alteraciones vasculares estenosis, oclusiones, variantes vasculares de la normalidad, etc.

Entre los CU más utilizados en Europa se encuentra el Levovist® (suspensión de micropartículas de galactosa), que presenta un pH neutro y es biodegradable. Otro grupo numeroso de CU se basa en microburbujas de diferentes substancias, como la albúmina, que contienen un gas inerte (perfluorocarbonos)⁵.

Doppler energía

La sofisticación en la tecnología de los US ha permitido mejorar considerablemente las prestaciones del Doppler color dando lugar a esta nueva forma de US denominado Doppler energía⁶. La gran diferencia entre el Doppler color y el Doppler energía es que mientras el primero depende del ángulo de incidencia de los US y de un flujo sanguíneo de alta velocidad, el segundo es menos ángulo-dependiente y permite la detección de flujos de baja velocidad. Ello se traduce en que presenta una mayor sensibilidad en la detección del flujo sanguíneo y especialmente útil en vasos de pequeño calibre.

La tecnología Doppler se encuentra disponible en la actualidad en transductores endocavitarios que permite su utilización para el estudio de la próstata. La teórica mejora en el diagnóstico del CP se basa en la detección de la vascularización tumoral. El Doppler convencional no es suficientemente sensible para detectar flujos bajos y son dependientes del calibre del vaso examinado, por lo que su utilización se adapta especialmente al estudio de vasos con flujo alto.

En los últimos años diversas sofisticaciones en la tecnología Doppler junto a la disponibilidad de potenciadores de señal ha permitido mejorar la capacidad de caracterización de la vascularización de pequeño calibre y flujo bajo.

Los agentes de contraste ultrasónicos permiten reforzar la señal Doppler, mejorando de esta forma la detección del flujo sanguíneo en condiciones de flujo bajo y lo más importante en vasos de calibre pequeño.

Mediante el empleo de estos agentes se produce un realce en diferentes fases que pueden ser evidenciadas mediante Doppler energía. Se considera que existe realce positivo tras la administración del contraste cuando los flujos vasculares aumentan de intensidad y duración (se mantienen en el tiempo).

Ecografía tridimensional

Originalmente los ultrasonidos en tres dimensiones (US-3D) fueron utilizados en exploraciones ginecológicas y cardiológicas⁷. Comparados con la ecografía en dos dimensiones la tridimensional ofrece diversas ventajas. La representación espacial es realizada mediante la combinación de múltiples registros obtenidos por el rastreo ultrasónico desde múltiples ángulos, permitiendo una

mejor definición de los márgenes del objetivo. Los datos volumétricos pueden ser visualizados en múltiples planos, pudiéndose medir la lesión de forma precisa y revisarla de forma seriada. Nuevos sistemas de registro, segmentación y procesado de imagen proporcionarán incrementos en las prestaciones de los US de tal forma que la caracterización de las masas y la posibilidad de adecuar instrumentación para procedimientos interventionista serán mejorados de forma significativa. No resulta difícil imaginar que la evolución de la tecnología US-3D desemboque en un sistema tridimensional, de alta resolución, imagen multifocal en escala de grises y con registro simultáneo tipo Doppler energía, con técnica de barrido tridimensional. Este dispositivo puede revolucionar el examen de órganos y facilitar de forma fiable el seguimiento de las lesiones y la monitorización de los cambios mensurables tras el tratamiento correspondiente. La aplicación de la tecnología tridimensional al registro mediante Doppler de la vascularización con o sin la administración de CU puede mejorar la caracterización de la morfología vascular, ayudando en la diferenciación entre patologías benignas y malignas, ofreciendo datos predictivos del potencial biológico de las lesiones malignas. En urología el primer estudio en donde se evalúa la US en 3D en combinación con Doppler energía y contraste ultrasónico en el diagnóstico del CP se publica en 1999⁸.

Aunque los resultados preliminares son buenos, resulta necesario una mayor experiencia tanto en número como en diversidad de grupos de pacientes estudiados, a fin de evidenciar posibles sesgos atribuibles a la selección de los pacientes.

Elastografía

Tradicionalmente la palpación ha sido el método de detección de los cambios en la elasticidad de los tejidos, que son interpretados como sospecha de anormalidad; tumores como los de próstata se identifican como áreas de aumento de consistencia (rigidez), aún en presencia de normalidad en los estudios de imagen. La representación iconográfica de la elasticidad de los tejidos mediante US se basa en el nivel de organización tisular a diferencia de las características moleculares que son las que se reflejan en las otras modalidades de US, como la ecografía en escala de grises.

Medidas de elasticidad mediante US muestran diferencias entre tejidos normales y tumorales en próstata. Los rangos de elasticidad obtenidos son en orden decreciente: tejido neoplásico, tejido prostático normal y HBP; así mismo existen diferencias entre la parte anterior y posterior de la glándula aunque la misma no resulta significativa⁹. La elastografía puede tener una potencial aplicación en el diagnóstico del cáncer de próstata al ofrecer un elevado grado de sensibilidad y especificidad en la diferenciación de tejidos patológicos, no obstante como sucede con otras modalidades emergentes de US, su validez debe ser contrastada en estudios amplios.

Ultrasonidos de alta intensidad

Aunque el uso tradicional de los US ha sido el diagnóstico, desde sus comienzos se ha adaptado la utilización de US a diversos procedimientos de carácter interventionista.

Una modalidad de ultrasonidos de alta intensidad (HIFU), ya investigada en los años 40 en el tratamiento de lesiones cerebrales¹⁰ está siendo considerada en la actualidad en especialidades como urología y oftalmología. La posibilidad de controlar con mayor exactitud la localización del volumen afectado por la termoablación ultrasónica y la monitorización durante el tratamiento, ha hecho renacer el interés por este tratamiento. En urología los HIFU están siendo empleados en la actualidad preferentemente en patología prostática, si bien la experiencia agregada no es importante. El fundamento de los HIFU es la liberación de una alta cantidad de energía térmica sobre objetivos de volumen reducido sin afectar a los tejidos adyacentes produciendo una elevada destrucción tisular por calor¹¹.

Unas de las limitaciones de los HIFU reside en el escaso contraste ecográfico existente entre los tejidos sometidos a la termoablación y los circundantes, siendo por tanto deficiente la correlación entre el tamaño real de la lesión y las medidas ecográfica de la misma, tras el tratamiento.

ECOGRAFÍA EXTERNA

La ecografía transabdominal (suprapúbica) de la vejiga y próstata no está limitada a indicaciones ya consolidadas (residuo postmiccional, litiasis, divertículo, neoformaciones, HBP) sino que

actualmente se considera, junto con la ecografía renal, en un contexto más amplio, como parte integrada de la evaluación sonográfica del tracto urinario, y en un sentido organizativo de mayor alcance, las características intrínsecas de los US como la rapidez, coste bajo, efectividad, fácil manejo, no-necesidad de instrumentación, la sitúa como parte fundamental de las denominadas consulta de alta resolución¹².

Habiendo desplazado a otras pruebas radiológicas, más molestas y caras en el manejo evolutivo de patologías, resulta la exploración inicial en el seguimiento de los tumores vesicales, estudio de hematuria, dolor lumbar, evaluación de la anuria/oligoanuria, litiasis-seguimiento de LEOC, masas renales, prostatismo, patología escrotal¹³, y como exploración secundaria en estenosis de uretra, criotorquidia, incontinencia urinaria de esfuerzo, vejiga neurógena, etc.

Riñón

Los US es la modalidad de imagen que debe ser indicada inicialmente en la evaluación del riñón y del tracto urinario superior. El conjunto de indicaciones resulta considerable; entre las principales se encuentran:

US en la evaluación de la obstrucción

Cuando se trata de evaluar los riñones y el tracto urinario superior, el procedimiento indicado son los US. La presencia de hidronefrosis y la magnitud de la misma son fácilmente representados; su papel fundamental es determinar la posible causa de la obstrucción y el nivel de la misma en caso de dilatación de tipo obstructivo. Entre las causas más frecuentes de hidronefrosis no obstructiva se encuentran la pielonefritis, el reflujo vesicoureteral, el embarazo. El eco Doppler puede resultar de ayuda en el diagnóstico diferencial; se estima que un índice de resistencia de > 0.7 puede diferenciar la hidronefrosis obstructiva de la no obstructiva. Queda lejos del objetivo de esta revisión una descripción pormenorizada de los diferentes hallazgos ecográficos y diagnósticos diferenciales que deben considerarse por lo que como último comentario señalar que se deben considerar otros procesos que pueden mimetizar o confundirse con la dilatación del sistema excretor (quistes parapélicos, magaureter, pelvis extrarenal, etc) y que

la evaluación de la vejiga debe ser incluida siempre que se realice una ecografía renal, especialmente cuando existe dilatación del sistema excretor.

US en el diagnóstico de masas renales

Los US son responsables del incremento en el diagnóstico precoz de la patología tumoral renal. En la actualidad una importante proporción de los carcinomas renales son diagnosticados incidentalmente; en algunas series cerca del 50% de los carcinomas renales fueron diagnosticados como consecuencia de exploraciones solicitadas por otras indicaciones, no urológicas. Este hecho representa un diagnóstico precoz de las lesiones, menor tamaño, bajo grado, estadios iniciales y como consecuencia, el considerable incremento actual de la cirugía conservadora renal¹⁴.

Los US están indicados cuando se detecta una masa en un estudio urográfico; la mayoría de esas masas serán quistes benignos no necesitando más exploraciones. Resulta el mejor procedimiento si consideramos su coste-efectividad. El número de exámenes ecográficos en que los hallazgos son indeterminados o positivos (sospecha de malignidad) no es lo suficientemente elevada como para justificar la sustitución de los US por la TAC, independientemente del tamaño y localización de la lesión¹⁵.

La utilización de la nueva modalidad de ecografía, Doppler energía, mejora de forma considerable la sensibilidad de la ecografía en la caracterización de las masas renales, permitiendo diferenciar las lesiones vascularizadas de las no vascularizadas con una efectividad del 100%, y superior al TAC en la afectación de la vena renal¹⁶. Otra reciente mejora en la tecnología de los US ha sido la incorporación de potenciadores o contrastes ultrasónicos que permiten detectar cambios mínimos en el patrón vascular de los tejidos; tanto lesiones sólidas como lesiones quísticas complejas pueden ser evaluadas satisfactoriamente, determinando su vascularización. Aunque el uso de contrastes ultrasónicos realzan satisfactoriamente las masas renales y su vascularización es necesario disponer de mayor número de estudios comparativos con las modalidades de imagen actuales. Por el momento es improbable que esta nueva modalidad de US pueda sustituir a la TAC, más bien podría sustituir a los US tradicionales como procedimiento diagnóstico previo a la evaluación final mediante TAC.

La utilidad de los contrastes ultrasónicos aplicados al campo de los trasplantes está siendo evaluada en la actualidad. Los trabajos preliminares indican que la fina vascularización cortical puede ser registrada adecuadamente y que puede ser superior a la determinación del índice de resistencia en el diagnóstico de rechazo y en la predicción de la recuperación del injerto¹⁷.

Uretra

Cuando tratamos de evaluar la estenosis uretral, características como longitud de estenosis y severidad de la misma (espongiosis), en un porcentaje considerable de casos resulta insuficiente o errónea la información que nos suministra la uretrograma. Descrita por primera vez en 1988 la uretrosonografía complementa de forma efectiva y eficiente la información necesaria para planificar adecuadamente el procedimiento quirúrgico más adecuado¹⁸. Con la limitación de la uretra posterior que no puede ser explorada, el resto de la uretra ofrece con la US una representación superior al estudio radiológico tradicional, tanto en la determinación de la longitud de la estenosis como también la severidad de la espongiosis subyacente que puede condicionar el tipo de intervención necesaria, ya que es posible predecir con una elevada exactitud, por ejemplo, el fracaso de la uretrotomía interna sobre la base de la presencia de tejido cicatricial¹⁹. Dado que como método de diagnóstico inicial no ofrece ventajas y sí ciertas limitaciones respecto a la uretrograma (uretra posterior) debe ser considerado como un procedimiento complementario a la radiología en el paciente ya diagnosticado, en la fase de evaluación preoperatoria.

Testículo

La posibilidad de emplear una alta frecuencia en la exploración con US del escroto permite una elevada sensibilidad de registro de tal forma que puede afirmarse como el procedimiento de elección en la evaluación de la patología testicular. La mayoría de las lesiones extratesticulares son benignas, mientras que la mayoría de los tumores intratesticulares son malignos.

Entre las lesiones benignas focales testiculares más frecuentes encontramos quistes, abscesos, infartos y hematomas. Entre los primeros, los

quistes epidermoides representan el 1% de los tumores testiculares y usualmente se manifiestan como una lesión indolora entre los 20 a 40 años. Ecográficamente la lesión es redondeada, bien delimitada y de ecogenicidad media o baja. Pueden tener un anillo fibroso o calcificado, en ocasiones el apófisis de queratina produce un efecto en "capas de cebolla" que puede facilitar su diagnóstico y permitir una cirugía conservadora²⁰.

Los quistes simples suelen localizarse cerca del mediastino y suelen tener un origen traumático o inflamatorio. Restos de tejido ectópico adrenal en testículo, estimulados hormonalmente en el contexto de una hiperplasia suprarrenal congénita pueden producir lesiones que se caracterizan por ser múltiples, bilaterales, de ecogenicidad variable. La presencia de estos hallazgos puede hacernos sospechar el defecto suprarrenal.

Los tumores germinales suelen presentarse como lesiones bien definidas, hipoecocicas, rodeadas por parénquima testicular normal. El seminoma suele presentar estas características sin quistes o áreas de calcificación; sin embargo, es posible encontrar en el seminoma, microlitiasis.

Ocasionalmente las lesiones pueden presentar ecogenicidad aumentada o ser heterogéneas, con delimitación menos precisa con el resto del testículo. En este caso se puede plantear cierta dificultad en el diagnóstico, ya que las orquitis pueden presentar un patrón ecográfico parecido; considerar los cambios en el aspecto ecográfico y su progresión en el contexto clínico específico resulta determinante, especialmente hallazgos como la acentuación de los septos, focos de ecogenicidad aumentada, y el mantenimiento de la anatomía lobular²¹.

La microlitiasis resulta un hallazgo infrecuente caracterizado por la presencia de múltiples pequeñas calcificaciones intratesticulares. El patrón ecográfico es la de múltiples focos de 1 a 2 mm., sin sombra acústica, difusamente distribuidos por el parénquima testicular. Aunque haya sido considerada como benigna, existe evidencia de cierta asociación entre la microlitiasis y el cáncer de testículo. En una amplia revisión sobre 124 casos se detectaron 35 tumores testiculares, con un 60% de seminomas y 40% no seminomatosos²².

La torsión testicular es una urgencia urológica de diagnóstico difícil en ocasiones; 1 de cada 3 jóvenes con dolor agudo escrotal presenta final-

mente el diagnóstico de torsión testicular. El patrón ecográfico de la torsión suele ser inicialmente una disminución de ecogenicidad en un testículo aumentado de tamaño que cambia a una ecograma heterogéneo si se produce necrosis y hemorragia finalmente. Hidrocele reaccional puede estar presente²³. Dado que los hallazgos ecográficos puede semejarse a los de la orquiepididimitis el eco Doppler es fundamental en este contexto. Sin embargo, ocasionalmente, puede presentarse una distorsión espontánea o intermitente, y secundariamente un incremento en el flujo sanguíneo, resultando en estos casos difícil el diagnóstico diferencial con una orquiepididimitis²⁴.

Vejiga-próstata

La ecografía abdominal (suprapúbica) de la vejiga puede estar indicada tanto en sospecha de patología de la propia vejiga (tumor, cálculos, etc), como pasivamente, ejerciendo como ventana en la evaluación ecográfica de la patología prostática, en especial la HBP: planimetría, residuo postmictorial, etc.

El papel de los US en la evaluación de la HBP está perfectamente establecida, de tal forma que, en la actualidad, existe poca controversia en cuanto a la secuencia de exploraciones básicas necesarias en el estudio de una de las patologías más prevalentes en urología. Lejos queda la época en que ante la ausencia de equipos de suficiente resolución los pacientes eran sometidos a exploraciones radiológicas más costosas, incómodas, inseguras e ineficaces que los actuales US. Se puede afirmar que en este campo, como en ningún otro, se pone en evidencia de qué manera una técnica de imagen con las ventajas reseñadas ha sido introducida en el armamentarium urológico de manera fructífera y eficiente; a ello no es ajeno el papel protagonista de la comunidad urológica que supo en su día apostar claramente por la utilización de los US.

La exploración con US de la próstata debe considerarse en un contexto más amplio, como parte de la denominada ecografía integral, en la que junto a la exploración de las características de la próstata se evalúa la vejiga (volumen, forma, características del detrusor, etc), el sistema excretor superior (riñones y vía excretora) y por último el residuo postmictorial¹².

La sensibilidad de los US abdominales en la evaluación de las neoformaciones vesicales depende en gran medida de la experiencia del especialista, del tamaño y localización del tumor y de la capacidad de distensión vesical. Así como es posible detectar tumores hasta de 2-3 mm., en los localizados en la cúpula y los tumores planos, la US suele tener una significativa menor sensibilidad. Los tumores invasivos suelen ser estadiados con mayor precisión que los superficiales, los cuales suelen presentar más tendencia al sobreestadaje, especialmente si concurre edema, coágulos, hipertrofia detrusoriana o calcificación tumoral.

ECOGRAFÍA ENDOCAVITARIA

La ecografía endocavitaria, principalmente la modalidad transrectal ha proporcionado una herramienta diagnóstica del mayor impacto en la práctica urológica de los últimos años, especialmente en el diagnóstico del cáncer de próstata y en la selección adecuada de pacientes para cirugía radical. Otras indicaciones en relación con el CP son el diagnóstico de recidiva local tras la prostatectomía radical, y el estadiaje preoperatorio. Otros órganos susceptibles de ser evaluados con éxito mediante US endocavitarios son la vejiga y el uréter.

Próstata

Ultrasonidos en el diagnóstico del cáncer de próstata

Las estrategias de detección del CP. en estadios iniciales se han centrado en el PSA y en la ETR. La acogida inicial de los urólogos a la introducción de la ETR a finales de los 70 fue moderada debido al uso de transductores de baja frecuencia, dificultad de manejo y sin posibilidad de mecanismo de biopsia (modelo silla). Sin embargo una mayor comprensión de la anatomía prostática basado en el concepto de anatomía zonal de Mc Neal²⁵ y la caracterización ecográfica y localización del CP, así como el gran avance en la tecnología ultrasónica, dispositivos de biopsia automática junto con el acerbo de una gran experiencia clínica internacional, han asegurado a la biopsia prostática transrectal ecodirigida como el método estándar del diagnóstico del CP.

Durante la última década se ha establecido que la anormalidad predominante en la ETR del CP es

la de una zona hipoecoica en la zona periférica (ZP). Una zona hipoecoica no es sin embargo específica de CP y el diagnóstico diferencial incluye prostatitis, atrofia prostática, prostatitis granulomatosa, y neoplasia intraepitelial. Cerca del 35% de las zonas hipoecoicas en la ZP son CP. Existen datos que apoyan que los tumores de más alto grado suelen ser más hipoecoicos²⁶.

Los CP que asientan en la zona transicional (ZT) presentan características clínicas y patológicas diferentes de los originados en la ZP. La mayoría de los CP que asientan en la ZT resultan diagnosticados incidentalmente en el curso de una resección transuretral de próstata o bien tras la realización de una biopsia sistemática que interese la ZT. Es difícil sin embargo determinar con suficiente rigor que esta última posibilidad no esté sesgada por el propio procedimiento, y podamos asegurar que la única localización sea la ZT²⁷.

Diversos autores han demostrado que la localización múltiple de focos de CP en casos de estadio T1a y T1b sometidos a PR resulta la norma y especialmente en ápex,²⁸. La heterogeneidad ecográfica de la ZT dificulta de forma considerable en la mayoría de los casos la identificación correcta como zonas sospechosas a nódulos o zonas hipoecoicas que no son sino hiperplasia glandular y estromal. Aunque el nódulo hipoecoico en la ZT como caracterización de un CP es una realidad, no existen estudios específicos de correlación ecográfica-histológica sistemática en dicha localización.

Si bien la biopsia ecodirigida de próstata es, en el ámbito del diagnóstico precoz del CP, el procedimiento estándar, su rentabilidad diagnóstica no llega al 50%²⁹, mostrando gran variabilidad en función del volumen de la glándula³⁰, por lo que se han propuesto cambios en la estrategia de biopsia tanto en la línea de aumento del número de biopsias necesarias como en la técnica del procedimiento. Los resultados que proponen la realización de 6 biopsias en zona parasagital más dos laterales son satisfactorios, siendo previsible su progresiva generalización como pauta de biopsia³¹.

La variabilidad de los protocolos de biopsia es grande, existiendo grupos que proponen realizar más de 10 biopsias³². No cabe duda que la mejora en el muestreo es número-dependiente, sin embargo el incremento desmesurado del número de biopsias, al margen de la tolerancia del paciente, puede

reflejarse en el diagnóstico de cánceres clínicamente no relevantes; la controversia en este aspecto es evidente³³.

El avance en la tecnología de los US en la última década, concretado en el desarrollo Doppler y los contrastes ultrasónicos ha tenido su aplicación en urología, fundamentalmente en el diagnóstico del CP. Estos refinamientos técnicos podrían ayudar a mostrar sutiles alteraciones focales en la ecogenicidad y patrones de vascularización prostática. Los agentes de contraste ultrasónicos son hoy día una realidad, y podrían ayudar en el reconocimiento de leves alteraciones en la ecoestructura prostática, realzando cambios en la microcirculación.

Habitualmente en condiciones de normalidad prostática la señal de flujo con el Doppler energía es baja o ausente. El mayor flujo se detecta en la zona periuretral, mientras que la ZP presenta mínima señal o ausencia de la misma. La simetría en la distribución del flujo debe estar presente en ausencia de patología. El patrón ecográfico con Doppler y el empleo de potenciadores de señal se basa por tanto en la alteración del patrón vascular normal; ello permite la diferenciación entre áreas de vascularización aumentada teóricamente característica de los procesos neoplásicos³⁴. Sería teóricamente posible distinguir entre tumores de alto y bajo grado basado en el patrón vascular detectado en los US.

Debido a la sensibilidad que tiene el Doppler energía al flujo sanguíneo bajo, parece que al menos teóricamente ofrece algunas ventajas sobre el Doppler color en próstata. La caracterización de zonas de CP mediante la identificación de áreas de hipervascularización no resulta sin embargo específica de CP, de tal forma que casos que se definen claramente mediante ETR convencional no muestran ningún aumento de vascularización.

A pesar de las teóricas ventajas en la utilización de estos agentes resulta incierto si representan un incremento significativo en la especificidad del procedimiento de biopsia. Los escasos trabajos publicados hasta hoy, en general comunican un aumento en la sensibilidad y una disminución en la especificidad, con el incremento subsiguiente de biopsias innecesarias³⁵.

Junto con estos resultados preliminares no es desdeñable el incremento en tiempo y coste que

comporta en la práctica, lo cual justifica la aún limitada difusión que ha tenido en el ámbito urológico. Está por ver si nuevos agentes de contraste son capaces de mejorar la discriminación entre los CP de bajo grado de los de alto grado y de esta forma ayudar en la predicción del potencial biológico del tumor. En este caso su impacto en la práctica clínica podría ser considerable.

La controversia, no muy lejana, se planteará entre la recomendación de aumentar considerablemente el número de biopsias prostáticas junto a modificaciones en la técnica de la misma y la alternativa de emplear estos sofisticados equipos que permitan obtener anomalías en zonas que son consideradas actualmente como isoecoicas con la reducción correspondiente en el número de biopsias necesarias.

Estadiaje del cáncer de próstata

La biopsia ecodirigida de vesículas seminales y espacio extraprostático puede ayudar en la predicción de estadio del CP^{36,37}, mejorando la selección de pacientes mediante la demostración anatopatológica de enfermedad no organoconfinada previa a la cirugía, piedra angular de la selección de los pacientes idóneos para cirugía radical.

El procedimiento es similar a la biopsia ecodirigida de próstata, si bien presenta algunas dificultades técnicas como el muestreo del espacio extraprostático en posición lateral y anterior, la frecuente fragmentación de las biopsias de vesículas seminales, así como la frecuente contaminación con tejido prostático en caso de biopsia medial.

La experiencia no es muy amplia, y los resultados comunicados indican que la efectividad mejora considerablemente con la selección previa de los pacientes, de tal forma que pacientes con PSA >20, Gleason igual o superior a 7, o hallazgos de exploración que sugiera enfermedad no organoconfinada, serían los más beneficiados con el procedimiento^{38,39}.

Recidiva local tras prostatectomía radical

En los pacientes con CP sometidos a prostatectomía radical, la elevación del PSA (>0,4 ng/ml) postoperatoriamente puede indicar tanto enfermedad residual, como diseminada. La importancia de confirmar la existencia de recidiva local en

los pacientes a los que tras el estudio de extensión no se considera que presenten afectación sistémica, reside en la posibilidad de tratamiento locoregional, en general, radioterapia. Los hallazgos ecográficos por ETR de recidiva local son muy variables, desde la presencia de masas evidentes (generalmente positivas al tacto rectal), hasta la total ausencia de hallazgos⁴⁰, por lo que la apariencia ecográfica de la anastomosis no condiciona la realización de la biopsia. Se ha tratado de establecer relaciones predictivas entre la recidiva local mediante biopsia y el PSA en el momento de la biopsia, el estadio (pT), tiempo de duplicación, tiempo de intervalo libre-PSA tras cirugía. Los resultados de las series existentes son variados, desde la total ausencia de diferencias⁴¹, hasta un 89% de positividad en pacientes con estadio no organoconfinado y PSA > 1 ng/ml en el momento de la biopsia⁴². En las series publicadas, el porcentaje de biopsias positivas, resulta alrededor del 50%, de media. El empleo del Doppler color parece aportar una mayor sensibilidad y especificidad al procedimiento (86 y 100% respectivamente), con un 100% de positividad en caso de hipervascularización⁴³.

Uréter

El examen del uréter mediante US resulta difícil debido a la distancia entre uréter y transductor, así como la interposición de estructuras anatómicas, no trasmisoras del US. La miniaturización de los transductores, así como las mejoras tecnológicas reflejadas en la disponibilidad de altas frecuencias de emisión han posibilitado la existencia de la ecografía endoluminal. Las sondas endoluminales utilizan frecuencias de 12.5-20 MHz; esta alta frecuencia proporciona una elevada resolución, si bien a costa de una penetración de sólo 20 mm que, sin embargo, en el caso del uréter, no resulta una limitación importante.

En la actualidad existen sondas ultrasónicas tan pequeñas (6.2 - 3.5 F) que es posible su introducción en uréter a través de un cistoscopio convencional, con la ayuda de una guía o bien utilizando el canal de trabajo de un ureterorenoscopio. La limitación de la profundidad de alcance de los US a las frecuencias referidas no impide la caracterización de la totalidad de la pared ureteral y espacio periureteral. Las indicaciones adecuadas a esta modalidad de US son el control eco-

gráfico durante la endopielotomía, examen de tumores ureterales, evaluación de estenosis ureterales, e identificación de litiasis submucosas.

La endopielotomía resulta en la actualidad el procedimiento de elección en la mayoría de las estenosis ureteropielícticas, tanto primarias como secundarias. Una de las limitaciones más importantes de la técnica reside en la presencia de vasos cruzando la unión que condiciona la seguridad del procedimiento y el resultado final, por lo que es recomendable descartar la presencia de vasos preoperatoriamente. Aunque la presencia de vasos puede ser reconocida mediante procedimientos como la arteriografía y la TAC en 3D, la primera técnica presenta como limitación principal la de representar sólo los vasos arteriales, y la segunda el límite de resolución es de 2 mm.; por otra parte la US endoluminal es un procedimiento simultáneo con la intervención quirúrgica por lo que todo el proceso es realizado en un solo tiempo y en tiempo real, mejorando la seguridad de la misma⁴⁴. La ecografía ureteral endoluminal puede caracterizar satisfactoriamente la presencia de vasos (arterial o venosa), septos, y formaciones quísticas parapiélicas, que permite elegir la zona de endopielotomía más adecuada a fin de minimizar el riesgo de lesión de vasos próximos⁴⁵.

Otra indicación emergente de la ecografía endoluminal es la evaluación de estenosis de etiología incierta. La técnica puede proporcionar información sobre la causa de la estenosis, longitud y severidad de la fibrosis periureteral así como facilitar la intervención, ureterotomía endoscópica, en caso de indicación⁴⁶.

El papel de la ecografía endoluminal en la evaluación de los tumores del tracto urinario superior precisa una experiencia clínica mayor de la que se dispone por el momento, especialmente en la determinación del estadio local⁴⁷.

Por último, una infrecuente indicación es la identificación de litiasis de localización submucosa. Tras una litotricia por ondas de choque (LEOC) o una ureterorrenoscopia (URSC) es posible que restos de litiasis radiológicamente evidentes no se detecten mediante endoscopia, asociándose en ocasiones obstrucción. En estas circunstancias la técnica ultrasónica endoluminal puede ayudar a identificar la existencia de restos litiásicos en la submucosa así como su profundidad, que puede orientar al tratamiento adecuado⁴⁸.

Uretra-vejiga

La ecografía transrectal proporciona información de gran utilidad en la evaluación del cuello vesical y uretra, suministrando datos estructurales sobre uretra y tejidos periuretrales, ligamento uretropúblico etc, como de tipo dinámico, esto es movilidad del cuello vesical en situación de reposo y valsalva, persistencia del cuello abierto en caso de incompetencia intrínseca, etc⁴⁹. Junto a la información preoperatoria, la ETR puede ser de gran utilidad en la evaluación postoperatoria inmediata y en casos de fracaso quirúrgico los hallazgos en la ETR pueden ser determinantes, no sólo de la causa del mismo sino también indicar el tratamiento más adecuado, tras dicho fracaso⁵⁰.

En caso de incontinencia urinaria de esfuerzo (IUE) se aprecia que las estructuras uretrales y parauretrales se vuelven deficientes, manifestándose por una menor área transversal de la uretra y una disminución en el espesor del ligamento uretropúblico, existiendo así mismo una buena concordancia entre los hallazgos ecográficos y los parámetros urodinámicos⁵¹.

La ETR, aún reuniendo todas las bondades atribuibles a los US, presenta una difusión claramente mejorable en la evaluación de la IUE; cabe esperar que una mejor coordinación entre los equipos incremente su utilización.

Otras situaciones en donde la ETR puede resultar de utilidad cuando consideramos uretra y vejiga son el estudio de divertículos uretrales, abscessos y tumores de uretra, y biopsia de anastomosis uretrovesical en caso de sospecha de recidiva tras prostatectomía radical.

La ecografía endocavitaria de la vejiga se puede realizar, tanto transrectal como transuretralmente. La primera presenta limitaciones considerables en cuanto extensión del área de exploración, estando indicada la evaluación de tumores vesicales que afecten a próstata, cuello vesical o trigono; en cualquiera de estas localizaciones resulta factible, junto a su representación, la toma de muestras biópsicas, que en determinados casos puede obviar la necesidad de una intervención quirúrgica, o indicar el tratamiento adecuado.

La ecografía transuretral ETU es una técnica ecográfica que ha sido utilizada fundamentalmente para la determinación del estadio local de los tumores vesicales; otra aplicación significativa

es la monitorización de diversos tratamientos transuretrales alternativos a la resección de próstata: LÁSER, radiofrecuencia, hipertermia, etc.

La ETV es una técnica que tiene la ventaja potencial de ser capaz de distinguir entre el estadio T2-T3; sin embargo dado que no resulta posible con ésta técnica diferenciar la mucosa de la lámina propia no puede diferenciar los tumores T0 de T1. La utilización de altas frecuencias (7.5 MHz), permite una alta resolución, sin embargo la profundidad de la exploración puede ser limitada en tumores de ecogenicidad aumentada. Se ha publicado un porcentaje de exactitud en la determinación del estadio entre un 78 y 93%, resultando en comparación con la TAC más efectiva en la evaluación de los tumores superficiales^{52,53}.

Hace una década la ETV se presentaba como una técnica prometedora, pero las expectativas iniciales no se vieron acompañadas de mejoras tecnológicas que permitieran tanto facilitar la exploración vía miniaturización de los componentes, como en soslayar limitaciones de registro dependientes de la localización tumoral (cuello y fondo vesical). En la actualidad, uno de los campos donde la ultrasonografía endocavitaria o endoscópica se ha desarrollado más intensamente es la digestiva (páncreas, tracto gastrointestinal, vías biliares), en donde se ha consolidado el término ecoendoscopios. Estos dispositivos se basan en los tradicionales endoscopios en los que integra un minitransductor de alta frecuencia (12-20 MHz) a través de un canal de trabajo; la imagen obtenida en monitor puede obtenerse de ambos dispositivos simultáneamente. Es probable que aprovechando la tecnología de los US endocavitarios, podamos contar en el futuro con dispositivos que permita obtener con alta fiabilidad, de información sobre el nivel de infiltración en el cáncer vesical sobre la base de una exploración rápida y bien tolerada, como puede ser la integración de minitransductores de alta frecuencia en los actuales cistoscopios flexibles⁵⁴.

ECOGRAFÍA INTERVENCIONISTA

Diversos procedimientos que utilizan control ecográfico y que son denominados con el epígrafe de ecografía intervencionista han experimentado un crecimiento sin precedentes debido a las ventajas que presenta sobre otros tipos de modalidades

de imagen. Las razones por las que los US son la herramienta de elección para innumerables procedimientos en medicina y en urología en particular son tanto de tipo técnico como estrictamente económicas. Junto a las ya reconocidas ventajas de rapidez, seguridad, comodidad, disponibilidad, etc, razones de tipo económico son las que han promovido el considerable incremento en su utilización. Así diversos estudios realizados en Estados Unidos de Norte América (USA), señalan un coste del doble por procedimiento si se consideran los US frente al control de TAC, a lo que hay que sumar el diferencial en el coste de los equipos y el tiempo empleado con una y otra técnica. Como ejemplo cabe señalar que en la Clínica Mayo (USA) en el periodo 1985-99 el número de procedimientos con control US fue casi el doble que con CT, pero si se consideran los dos últimos años la proporción se multiplica por seis⁵⁵, llegando en algunos procedimientos, como las biopsias percutáneas de riñón, al 95%⁵⁶.

La ecografía intervencionista en urología se ha convertido en una herramienta destacada en la planificación y realización de una considerable variedad de procedimientos, que mayoritariamente los urólogos son capaces de realizar. A diferencia de los países anglosajones, en España gran parte de la ecografía intervencionista es realizada por urólogos, resultando parte integral del periodo de residencia de la especialidad.

La primera referencia de utilización de los US en procedimientos de tipo intervencionista en urología data de principios de los 70 con la biopsia renal seguida por la nefrostomía percutánea, en 1974⁵⁷. Desde entonces la ecografía ha experimentado una considerable expansión en número e intensidad de indicaciones asistiendo a numerosos procedimientos de naturaleza diagnóstica y terapéutica sobre riñón, vejiga y próstata que requieren diversas técnicas de punción. En el ámbito de la urgencia urológica los US diagnósticos e intervencionistas son hoy día una herramienta básica, como lo es en el control ecográfico en la litotricia por ondas de choque (LEOC). Nuevas modalidades de US como son los de alta intensidad (HIFU) están siendo utilizados en tumores de riñón y próstata.

Biopsia de riñón

Detrás de la biopsia ecodirigida de próstata la biopsia percutánea ecodirigida de riñón quizás sea

la aplicación más frecuente en ecografía intervencionista en urología. La indicación más frecuente de biopsia renal ecodirigida sigue siendo la filiación de nefropatías diversas y en trasplante renal, el rechazo del injerto. Aunque la realización de la biopsia renal no ha estado supeditada a la disponibilidad de los US, y aún en la actualidad existen opiniones que discrepan de sus ventajas⁵⁸, el control ecográfico, junto con el desarrollo de dispositivos automáticos de biopsia han facilitado la biopsia renal de manera que en la actualidad es el procedimiento estándar. Aunque, junto con la nefrostomía percutánea, presenta una curva de aprendizaje prolongada, la precisión, rapidez, fiabilidad y seguridad características del procedimiento justifican su amplia difusión en la práctica nefrourológica. Las complicaciones, en la mayoría de las series publicadas, son homogéneas, oscilando el porcentaje de complicaciones mayores, incluyendo entre las mismas a la hematuria moderada autolimitada, entre un 0,8 y 3%. Complicaciones menores se presentan entre un 15 y 20%, incluyendo las fistulas arteriovenosas hemodinámicamente irrelevantes en un 9%⁵⁹.

Otras indicaciones de biopsia renal como son las masas renales indeterminadas y lesiones quísticas complejas son cuestionadas fundamentalmente por el problemático nivel de confianza atribuible a un resultado negativo, junto con el excelente nivel de caracterización de las lesiones proporcionadas actualmente por la última generación de técnicas radiológicas⁶⁰.

Nefrostomía percutánea

Junto con la biopsia, la nefrostomía percutánea ecodirigida es el procedimiento sobre riñón más frecuente. Técnicamente resulta inicialmente semejante al de la biopsia, alcanzando el sistema excretor dilatado con control US. Una vez obtenido el acceso a la vía excretora es conveniente el uso de control radiológico que facilita de forma considerable el resto de las maniobras de introducción de guías y catéter de nefrostomía.

Otras intervenciones con control US sobre riñón son el drenaje de abscesos renales y la esclerosis de quistes renales sintomáticos⁶¹; en estos casos, de igual modo, suele emplearse control radiológico.

Próstata

Junto con la biopsia de próstata, principal indicación de la ecografía transrectal y la biopsia de la anastomosis uretrovesical que son consideradas en otro lugar de esta revisión, los US resultan el mejor procedimiento de drenaje de abscesos prostáticos por vía transperineal, y de evacuación y esclerosis de quistes prostáticos y seminales sintomáticos. Hoy es una alternativa al drenaje transuretral, ya que sólo precisa anestesia local, presenta una menor morbilidad para el paciente, no precisando ser realizado en quirófano⁶².

Braquiterapia

La implantación de semillas radiactivas por vía abierta en el tratamiento del cáncer de próstata se remonta a la década de los 70. Esta modalidad de braquiterapia no tuvo mucha aceptación, en parte debido a insuficiencias de la propia fuente de radiación y también por limitaciones en la adecuada distribución volumétrica de las semillas, que producía una distribución inhomogénea de la radiación. Con el advenimiento de nuevas modalidades ecográficas, se ha hecho posible garantizar una mejor distribución en el emplazamiento de las semillas, lo que unido a una espectacular sofisticación tecnológica tanto en síntesis de las semillas como en computación aplicada a imagen ha permitido el renacimiento de esta modalidad terapéutica. Si bien los resultados preliminares, en pacientes con factores de buen pronóstico (T1c, PSA< 10 ng/ml y Gleason < 6) son similares a los de la prostatectomía radical⁶³, es necesario disponer de más series a largo plazo para sacar consecuencias definitivas. En todo caso hoy día resulta una alternativa que está teniendo un elevado potencial de crecimiento, requiriendo la formación de equipos multidisciplinares en los que el conocimiento anatómico y ecográfico de la próstata resultan fundamentales para garantizar un tratamiento adecuado.

Vejiga

La principal indicación de intervención con US sobre vejiga es la cistostomía percutánea, especialmente en casos en que la capacidad vesical disminuida o alteraciones anatómicas puedan dificultar el procedimiento. Otras indicaciones posibles incluyen drenajes de colecciones paravesicales (infoceles, urinomas, etc).

Litotricia extracorpórea por ondas de choque

Junto a la urografía intravenosa, los US son parte esencial del manejo de la litiasis e indicación de LEOC. Los US permiten la localización exacta de los cálculos en el riñón y uréter yuxtapvesical; cálculos no identificados mediante radiología pueden serlos con US. Los litotritores de última generación incorporan conjuntamente control radiológico y ecográfico, ello permite por un lado evitar o disminuir considerablemente el nivel de radiación y por otro, al permitir el control continuo de la localización litiasica se puede realizar una monitorización en tiempo real de la litofragmentación. Los US son más sensibles en la detección de litiasis de pequeño tamaño (< 3 mm) que los Rx por lo que la documentación de resolución completa, o en su caso la persistencia de restos insignificantes, se realizará con mayor fiabilidad con US⁶⁴.

Ultrasonidos de alta intensidad

Los ultrasonidos focalizados de alta intensidad (HIFU) representan una modalidad terapéutica emergente basada en la destrucción tisular mediante la focalización de energía térmica de forma precisa y en un corto tiempo de emisión. HIFU ha sido usado en urología en el tratamiento de lesiones renales, vesicales y prostáticas (CP y HBP), y lesiones genitales⁶⁵. En urología, la patología prostática es la que concentra mayor interés en la evaluación de la técnica. El efecto de coagulación tisular se consigue mediante emisión a 3 MHz de una energía de 50 W que desarrolla unos 85°C y una penetración de 25 mm. Si bien la mayoría de los grupos que utilizan HIFU están centrando sus indicaciones en el CP con resultados inicialmente prometedores, los resultados de las series con un seguimiento mayor aportan resultados insatisfactorios, al menos en el tratamiento de la HBP⁶⁶. Diversas limitaciones técnicas restringen por ahora la efectividad de los HIFU, especialmente la escasa diferenciación ecográfica entre tejidos afectados o no por la coagulación, y la deficiente monitorización de la temperatura.

Ecografía laparoscópica

La utilización de los US intraoperatoriamente en urología data más de dos décadas, siendo su aplicación más común la localización de los cálculos en la cirugía litiasica renal⁶⁷. Si bien desde

1983 se disponen de transductores susceptibles de utilización, no ha sido hasta los últimos años al abrigo de la extraordinaria difusión de la laparoscopia cuando asistimos a un importante desarrollo de la US laparoscópica⁶⁸.

Las ventajas de la aplicación directa sobre el órgano reside, por un lado en la eliminación de la distorsión provocada por la pared abdominal y el gas intestinal, y por otro, al eliminar la distancia entre el transductor y el objetivo es posible emplear frecuencias ultrasónicas elevadas (7.5-20 MHz) con el incremento correspondiente en la resolución de la imagen ecográfica. Un transductor que monte una sonda de 7.5 MHz presenta una penetración máxima de 8 cm. y una resolución óptima entre 1 y 4 cm. Con ella sería posible visualizar tumores de 3 mm, quistes de 2 mm o cálculos de 1 mm. La miniaturización de los transductores ha permitido el desarrollo de instrumental suficientemente pequeño para permitir su paso a través de un trocar estándar de 12 mm.

Son varias aplicaciones de la US laparoscópica en urología, encontrándose entre las principales la asistencia durante la criocirugía laparoscópica del cáncer renal. El transductor es del tipo Doppler color que permite determinar la vascularización del tumor. Junto a ello se determina el tamaño, márgenes y proximidad a sistema colector. Durante la crioablación la sonda es colocada en el lado opuesto a la punción para comprobar la profundidad de la misma y monitorizar el alcance de la congelación y el cese de la vascularización, monitorizada con el Doppler⁶⁹.

Otras intervenciones en las que la US laparoscópica puede asistir son la marsupialización de linfoceles, cirugía de la litiasis renal, marsupialización de quistes renales sintomáticos, y suprarrenalectomía.

El tratamiento laparoscópico de los linfoceles abdominales se ha demostrado como un procedimiento eficaz, seguro y ventajoso en términos de coste. En un trabajo multicéntrico reciente, sobre 81 pacientes se produjo como complicaciones importantes una lesión vesical, 1 hematoma renal, con 1 reconversión quirúrgica. El porcentaje de recidiva fue del 6% (seguimiento, 27 meses)⁷⁰.

En la marsupialización de linfoceles la US laparoscópica resulta especialmente útil en casos de linfoceles medianos o pequeños, de localización

medial posterior o caudal respecto al injerto, o en proximidad al uréter, vejiga o vasos iliacos, proporcionando información sobre la localización de estructuras a evitar o bien informando con precisión la localización exacta del linfocele, ya que en los situados en posición lateral, posterior o inferior al riñón el drenaje laparoscópico puede ser técnicamente inviable⁷¹.

El drenaje percutáneo de los quistes renales sintomáticos ha resultado un procedimiento fácil y seguro si bien presenta un porcentaje de recidivas elevado. En los últimos años la marsupialización laparoscópica, se presenta como una alternativa. En este contexto la US de aplicación laparoscópica puede resultar de ayuda en aquellos casos de localización parapiélica, en proximidad de los vasos renales⁷².

La laparoscopia presenta escasa indicación en la cirugía de litiasis renal. Existen casos, en que puede resultar una opción a tener en cuenta, como en caso de litiasis en divertículos caliciales en que la localización puede ser facilitada, así como en nefrectomías parciales por litiasis en los que la US puede ayudar tanto en la elección de la zona de incisión más adecuada como en la detección de litiasis residual⁷³.

Esta revisión, necesariamente limitada, dada la magnitud de aplicaciones, tanto en número como en diversidad, de los US en urología, ha pretendido mostrar la relevancia que ocupan actualmente, no siendo ajena a la misma la visión de numerosos especialistas que apostaron claramente por su potencialidad desde sus comienzos. Se puede vincular el desarrollo clínico en sus aplicaciones y su difusión a un liderazgo continuado por parte de numerosos profesionales entre los cuales cabe contar algunos pioneros en nuestro país.

Aunque en la actualidad asistimos a una época que podíamos calificar de madurez, no hay razones para pensar que de igual modo que durante 20 años hemos asistido a un extraordinario progreso tecnológico, la década que acabamos de comenzar no traiga consigo la implantación de nuevas tecnologías actualmente en desarrollo.

En cualquier caso la definitiva incorporación de estas tecnologías en la práctica clínica deberá estar basada en una sólida base, fruto de estudios en que se demuestre tanto la eficacia como sus beneficios en términos de eficiencia respecto a los

actuales. Es preciso estar atentos para que de igual forma que ocurrió en el pasado sepamos dar cumplida respuesta y en su caso integrar en el armamentarium urológico a las tecnologías emergentes que sean validadas.

REFERENCIAS

1. WATANABE H: History of ultrasound in nephrourology. *Ultrasound Med Biol*. 2001; **27 (4)**: 447-453.
2. PEDERSEN JF: Percutaneous puncture guided by ultrasonic multitransducer scanning. *J Clin Ultrasound* 1977; **5 (3)**: 175-177.
3. WATANABE H, IGARI D, TANAHASHI Y, HARADA K, SAITO M.: Transrectal ultrasonotomography of the prostate. *J Urol* 1975; **114 (5)**: 734-739.
4. GOLDBERG BB, LIU JB, FORSBERG F: Ultrasound contrast agents: a review. *Ultrasound Med Biol* 1994; **20 (4)**: 319-333.
5. KRUGER HAGEN E, MAGNUSSON A, AKSNES AK, NORBERG M: Enhanced visualisation of the normal prostate blood flow in young healthy volunteers using a new ultrasound contrast agent. *Acta Radiol* 2001; **42 (2)**: 225-229.
6. MURPHY KJ, RUBIN JM: Power Doppler: it's a good thing. *Semin Ultrasound CT MR* 1997; **18 (1)**: 13-21.
7. ESPUELA ORGAZ R, NOGUERAS GIMENO MA, MARTINEZ PEREZ E, PEREZ ARBEJ JA, ARNAIZ ESTEBAN F, CRESPO MAYOR V: Ecografía tridimensional: Un nuevo reto en urología. *Arch Esp Urol* 2000; **53 (8)**: 677-683.
8. BOGERS HA, SEDELAAR JP, BEERLAGE HP, DE LA ROSETTE JJ, DEBRUYNE FM, WIJKSTRA H, AARNINK: Contrast-enhanced three-dimensional power Doppler angiography of the human prostate: correlation with biopsy outcome. *Urology* 1999; **54 (1)**: 97-104.
9. KROUSKOP TA, WHEELER TM, KALLEL F, GARRA BS, HALL T: Elastic moduli of breast and prostate tissues under compression. *Ultrason Imaging* 1998; **20 (4)**: 260-274.
10. TER HAAR GR.: High intensity focused ultrasound for the treatment of tumors. *Echocardiography* 2001; **18 (4)**: 317-322.
11. GELET A, CHAPELON JY, BOUVIER R, ROUVIERE O, LYONNET D, DUBERNARD JM: Transrectal high intensity focused ultrasound for the treatment of localized prostate cancer: factors influencing the outcome. *Eur Urol* 2001; **40 (2)**: 124-129.
12. ESPUELA ORGAZ R: Ecografía urológica integral: anécdota o futuro? *Arch Esp Urol* 1990; **43 (9)**: 945-947.
13. VICENTE, J.: Pautas de actuación y protocolos asistenciales. 1^a Edición. Ed.: Pulso ediciones, S.A., 1995. Barcelona
14. PORENA M, VESPASIANI G, ROSI P, COSTANTINI E, VIRGILI G, MEARINI E, MICALI F: Incidentally detected renal cell carcinoma: role of ultrasonography. *J Clin Ultrasound* 1992; **20 (6)**: 395-400.
15. EINSTEIN DM, HERTS BR, WEAVER R, OBUCHOWSKIN, ZEPPLR, SINGERA: Evaluation of renal masses detected by excretory urography: cost-effectiveness of sonographyversus CT. *AJR Am J Roentgenol* 1995; **164 (2)**: 371-5

16. SPAHN M, PORTILLO FJ, MICHEL MS, SIEGMUND M, GAA J, ALKEN P, JUNEMANN KP: Color Duplex sonography vs. computed tomography: accuracy in the preoperative evaluation of renal cell carcinoma. *Eur Urol* 2001; **40** (3): 337-342.
17. TRILLAUD H, MERVILLE P, TRAN LE LINH P, PALUSSIÈRE J, POTAUX L, GRENIER N: Color Doppler sonography in early renal transplantation follow-up: resistive index measurements versus power Doppler sonography. *AJR Am J Roentgenol* 1998; **171** (6): 1.611-1.615.
18. MCANINCH JW, LAING FC, JEFFREY RB Jr.: Sonourethrography in the evaluation of urethral strictures: a preliminary report. *J Urol* 1988; **139** (2): 294-297.
19. MERKLE W, WAGNER W: Risk of recurrent stricture following internal urethrotomy. Prospective ultrasound study of distal male urethra. *Br J Urol* 1990; **65** (6): 618-620.
20. EISENMENGER M, LANG S, DONNER G, KRATZIK C, MARBERGER M: Epidermoid cysts of the testis: organ-preserving surgery following diagnosis by ultrasonography. *Br J Urol* 1993; **72** (6): 955.
21. COOK JL, DEWBURY K: The changes seen on high-resolution ultrasound in orchitis. *Clin Radiol* 2000; **55** (1): 13-18.
22. BERGER A, BRABRAND K: Testicular microlithiasis-a possibly premalignant condition. Report of five cases and a review of the literature. *Acta Radiol* 1998; **39** (5): 583-586.
23. CHINN DH, MILLER EI: Generalized testicular hyperechogenicity in acute testicular torsion. *J Ultrasound Med* 1985; **4** (9): 495-496.
24. BURKS DD, MARKEY BJ, BURKHARD TK, BALSARA ZN, HALUSZKA MM, CANNING DA: Suspected testicular torsion and ischemia: evaluation with color Doppler sonography. *Radiology* 1990; **175** (3): 815-821.
25. MCNEAL JE, REDWINE EA, FREIHA FS, STAMEY TA: Zonal distribution of prostatic adenocarcinoma. Correlation with histologic pattern and direction of spread. *Am J Surg Pathol* 1988; **12** (12): 897-906.
26. SHINOHARA K, WHEELER TM, SCARDINO PT: The appearance of prostate cancer on transrectal ultrasound: correlation of imaging and pathological examinations. *J Urol* 1989; **142** (1): 76-82.
27. GREENE DR, WHEELER TM, EGAWA S, DUNN JK, SCARDINO PT: A comparison of the morphological features of cancer arising in the transition zone and in the peripheral zone of the prostate. *J Urol* 1991; **146** (4): 1.069-1.076.
28. VOGES GE, MCNEAL JE, REDWINE EA, FREIHA FS, STAMEY TA: The predictive significance of substaging stage A prostate cancer (A1 versus A2) for volume and grade of total cancer in the prostate. *J Urol* 1992; **147**: 858-863.
29. SANZ VELEZ JI, ALLEPUZ LOSA C, GIL SANZ MJ, PLAZA L, CASTRILLO J, CUESTA PRESEDO JM, RIOJA SANZ LA: Diagnóstico precoz del cáncer de próstata. Análisis de cinco años. *Actas Urol Esp* 1997; **21** (9): 827-834.
30. KARAKIEWICZ PI, BAZINET M, APRIKIAN AG, TRUDEL C, ARONSON S, NACHABE M, PELOQUINT F, DESSUREAULT J, GOYAL MS, BEGIN LR, ELHILALI MM: Outcome of sextant biopsy according to gland volume. *Urology* 1997; **49** (1): 55-59.
31. PRESTI JC JR, CHANG JJ, BHARGAVA V, SHINOHARA K: The optimal systematic prostate biopsy scheme should include 8 rather than 6 biopsies: results of a prospective clinical trial. *J Urol* 2000; **163** (1): 163-166.
32. NORBERG M, EGEVAD L, HOLMBERG L, SPAREN P, NORLEN BJ, BUSCH C: The sextant protocol for ultrasound-guided core biopsies of the prostate underestimates the presence of cancer. *Urology* 1997; **50** (4): 562-566.
33. CRAWFORD ED, HIRANO D, WERAHERA PN, LUCIA MS, DEANTONI EP, DANESHGARI F, BRAWN PN, SPEIGHTS VO, STEWART JS, MILLER GJ.: Computer modeling of prostate biopsy: tumor size and location not clinical significance determine cancer detection. *J Urol* 1998; **159** (4): 1.260-1.264.
34. KRUGER HAGEN E, MAGNUSSON A, AKSNES AK, NORBERG M: Enhanced visualisation of the normal prostate blood flow in young healthy volunteers using a new ultrasound contrast agent. *Acta Radiol* 2001; **42** (2): 225-229.
35. HALPERN EJ, ROSENBERG M, GOMELLA LG: Prostate cancer: contrast-enhanced us for detection. *Radiology* 2001; **219** (1): 219-225.
36. RAVERY V, BOCCON-GIBOD: T3 prostate cancer: how reliable is clinical staging?. *Semin Urol Oncol* 1997; **15**: 202-206.
37. SALIKEN JC, GRAY RR, DONNELLY BJ, OWEN R, WHITE LJ, ALI-RIDHA N, SO B, TING PT: Extraprostatic biopsy improves the staging of localized prostate cancer. *Can Assoc Radiol J* 2000; **51**: 114-120.
38. ALLEPUZ LOSA CA, SANZ VELEZ JI, GIL SANZ MJ, MAS LP, RIOJA SANZ LA: Seminal vesicle biopsy in prostate cancer staging. *J Urol* 1995; **154**: 1.407-1.411.
39. LINZER DG, STOCK RG, STONE NN, RATNOW R,IANUZZI C, UNGER P: Seminal vesicle biopsy: accuracy and implications for staging of prostate cancer. *Urology* 1996; **48**: 757-761.
40. VARO SOLÍS C, BACHILLER BURGOS J, SOTO DELGADO M, BELTRÁN AGUILAR V, ESTUDILLO GONZÁLEZ F: La ecografía transrectal en la evaluación de los pacientes después de prostatectomía radical. Ecoanatomía normal y patológica de la anastomosis vésico-uretral. *Actas Urol Esp* 2000; **24** (6): 481-487.
41. FOWLER JE JR, BROOKS J, PANDEY P, SEAVER LE: Variable histology of anastomotic biopsies with detectable prostate specific antigen after radical prostatectomy. *J Urol* 1995; **153**: 1.011-1.014.
42. SHEKARRIZ B, UPADHYAY J, WOOD DP JR, HINMAN J, RAASCH J, CUMMINGS GD, et al.: Vesicourethral anastomosis biopsy after radical prostatectomy: predictive value of prostate-specific antigen and pathologic stage. *Urology* 1999; **54** (6): 1.044-1.048.
43. SUDAKOFF GS, SMITH R, VOGELZANG NJ, STEINBERG G, BRENDLER CB: Color Doppler imaging and transrectal sonography of the prostatic fossa after radical prostatectomy: early experience. *AJR Am J Roentgenol* 1996; **167**: 883-888.
44. VAN CANGH PJ, WILMART JF, OPSOMER RJ, ABI-AAD A, WESE FX, LORGE F: Long-term results and late recurrence after endoureteropyelotomy: a critical analysis of prognostic factors. *J Urol* 1994; **151** (4): 934-937.

45. TAWFIEK ER, LIU JB, BAGLEY DH: Ureteroscopic treatment of ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 1998; **160** (5): 1.643-1.646.
46. GRASSO M, LI S, LIU JB, BEAGHLER M, NEWMAN R, BAGLEY DH: Examining the obstructed ureter with intraluminal sonography. *J Urol* 1999; **162** (4): 1.286-1.290.
47. LIU JB, BAGLEY DH, CONLIN MJ, MERTON DA, ALEXANDER AA, GOLDBERG BB: Endoluminal sonographic evaluation of ureteral and renal pelvic neoplasms. *J Ultrasound Med* 1997; **16** (8): 515-521.
48. GRASSO M, LIU JB, GOLDBERG B, BAGLEY DH: Submucosal calculi: endoscopic and intraluminal sonographic diagnosis and treatment options. *J Urol* 1995; **153** (5): 1.384-1.389.
49. KUO HC.: Sonographic evaluation of anatomic results after the pubovaginal sling procedure for stress urinary incontinence. *J Ultrasound Med.* 2001; **20** (7): 739-747.
50. FERNÁNDEZ GONZÁLEZ I, BUSTAMANTE ALARMA S, LUJAN GALÁN M, DE PAZ CRUZ L, RUIZ RUBIO JL, ROMERO CAGIGAL I, et al: Algoritmo diagnóstico basado en la ecografía transrectal en los fracasos de la cirugía correctora de la incontinencia urinaria de stress. *Actas Urol Esp* 1998; **22** (5): 405-409.
51. KUO H: The relationships of urethral and pelvic floor muscles and the urethral pressure measurements in women with stress urinary incontinence. *Eur Urol* 2000; **37** (2): 149-155.
52. PASSAS J, ESPUELA R, LEIVA O, CALAHORRA J, DE LA ROSA F, BOROBIA V: Ecografía intravesical. II. Estadaje. *Arch Esp Urol* 1990; **43** (Suppl 1): 35-47.
53. KORAITIM M, KAMAL B, METWALLI N, ZAKY Y.: Transurethral ultrasonographic assessment of bladder carcinoma: its value and limitation. *J Urol* 1995; **154**: 375-378.
54. MENZEL J, HOEPFFNER N, NOTTBURG H, SCHULZ C, SENNINGER N, DOMSCHKE W: Preoperative staging of esophageal carcinoma: miniprobe sonography versus conventional endoscopic ultrasound in a prospective histopathologically verified study. *Endoscopy* 1999; **31** (4): 291-297.
55. DOUGLAS BR, CHARBONEAU JW, READING CC: Ultrasound-guided intervention: expanding horizons. *Radiol Clin North Am* 2001; **39** (3): 415-428.
56. DODD GD 3RD, ESOLA CC, MEMEL DS, GHIATAS AA, CHINTAPALLI KN, PAULSON EK, NELSON RC, FERRIS JV, BARON RL.: Sonography: the undiscovered jewel of interventional radiology. *Radiographics* 1996; **16** (6): 1.271-1.288.
57. PEDERSEN JF.: Percutaneous nephrostomy guided by ultrasound. *J Urol* 1974; **112** (2): 157-159.
58. ANTONOPOULOS IM, NAHAS WC, MAZZUCCHI E, IANHEZ LE, SALDANHA LB, ARAP S: Comparison of palpation-guided and ultrasound-guided biopsies in transplanted kidneys. *Clin Transplant* 2001; **15** (6): 393-396.
59. HERGESELL O, FELTEN H, ANDRASSY K, KUHN K, RITZ E: Safety of ultrasound-guided percutaneous renal biopsy-retrospective analysis of 1090 consecutive cases. *Nephrol Dial Transplant* 1998; **13** (4): 975-977.
60. CAMPBELL SC, NOVICK AC, HERTS B, FISCHLER DF, MEYER J, LEVIN HS, CHEN RN.: Prospective evaluation of fine needle aspiration of small, solid renal masses: accuracy and morbidity. *Urology* 1997; **50** (1): 25-29.
61. QUINTANILLA-MUNOX B, IDOPIE-TOMAS JI, ORUS-JUSTRIBO V, SOLÉ-BALCELLS F.: Iodinated alcoholic solution in the treatment of sclerosing renal cysts. *Actas Urol Esp* 1977; **1** (1): 35-38.
62. GAN E: Transrectal ultrasound-guided needle aspiration for prostatic abscesses: an alternative to transurethral drainage? *Tech Urol* 2000; **6** (3): 178-184.
63. GRIMM PD, BLASKO JC, SYLVESTER JE, MEIER RM, CAVANAGH W: 10-year biochemical (prostate-specific antigen) control of prostate cancer with *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001; **51** (1): 31-40.
64. TALATI J, SHAH T, MEMON A, MEMON R, SIDHWA M, ADIL S, OMAIR A: Extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary tract stones using MPL 9000 spark gap technology and ultrasound monitoring. *J Urol* 1991; **146** (6): 1.482-1.486.
65. CHARTIER-KASTLER E, YONNEAU L, CONORT P, HAERTIG A, BITKER MO, RICHARD F: High intensity focused ultrasound (HIFU) in urology. *Prog Urol* 2000; **10** (6): 1.108-1.117.
66. MADERSBACHER S, SCHATZL G, DJAVAN B, STULNIG T, MARBERGER M.: Long-term outcome of transrectal high- intensity focused ultrasound therapy for benign prostatic hyperplasia. *Eur Urol* 2000; **37** (6): 687-694.
67. COOK JH, LYTTON B: Intraoperative localization of renal calculi during nephrolithectomy by ultrasound scannig. *J Urol* 1977; **117** (5): 513-516.
68. KOLECKI R, SCHIMMER B.: Intraoperative and laparoscopic ultrasound. *Surg Clin North Am* 1998; **78**: 251-271.
69. GILL IS, NOVICK AC, MERANEY AM., CHEN RN, HOBART MG, SUNG GT, HALE J, SCHWEIZER DK, REMER EM.: Laparoscopic renal cryoablation in 32 patients. *Urology* 2000; **56**: 748-753.
70. HSU TH, GILL IS, GRUNE MT, ANDERSEN R, ECKHOFF D, GOLDFARB DA, et al.: Laparoscopic lymphocelectomy: a multi-institutional analysis. *J Urol* 2000; **163** (4): 1.096-1.098.
71. GRUESSNER RW, FASOLA C, BENEDETTI E, FOSHAGER MC, GRUESSNER AC, MATAS AJ: Laparoscopic drainage of lymphoceles after kidney transplantation: Indications and limitations. *Surgery* 1995; **117** (3): 288-295.
72. BROWN JA, TORRES VE, KING BF, SEGURA JW: Laparoscopic marsupialization of symptomatic polycystic kidney disease. *J Urol* 1996; **156** (1): 22-27.
73. VAN CANGH PJ, ABI AAD AS, LORGE F, WESE FX, OPSOMER R: Laparoscopic nephrolithotomy: the value of intracorporeal sonography and color Doppler. *Urology* 1995; **45** (3): 516-519.

Dr. J. Passas Martínez
Servicio de Urología. Hospital 12 de Octubre
Avda. de Córdoba, s/n - 28041 Madrid

(Trabajo recibido el 17 de enero 2002)