

La ecografía realizada por el nefrólogo: nuestra experiencia

Maite Rivera Gorrin, Carlos Quereda Rodríguez-Navarro
Servicio de Nefrología. Hospital Ramón y Cajal. Madrid

NefroPlus 2009;2(1):9-16.

RESUMEN

La ecografía es una técnica esencial en el manejo del paciente nefrológico, y más aún con la incorporación del *doppler*. En numerosas ocasiones nos enfrentamos con pacientes cuyo diagnóstico es incierto. Aunque los datos de la historia clínica son indispensables, la realización de una ecografía nos podrá orientar acerca de la cronología del daño renal (crónico o agudo) y de su etiología (obstructivo o vascular). No concebimos el manejo postrasplante sin la ayuda de la ecografía. Muchas especialidades han incorporado esta disciplina a su práctica clínica habitual. Nuestro grupo emprendió este camino en 1991. En este trabajo comentamos sucintamente la utilidad de la ecografía para el nefrólogo y exponemos nuestra experiencia.

Palabras clave: Ecografía. Nefrología. Ultrasonidos. *Doppler* renal.

CRITERIOS DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA: se ha realizado una búsqueda bibliográfica en el MEDLINE para todos los artículos publicados en cualquier período y en cualquier idioma que respondieran a los términos: «*echography and nephrology*», «*interventional nephrology*», «*renal CEUS*» y «*echography and renal transplantation*». Se identificaron tanto libros y revisiones como artículos originales. La bibliografía de los mismos, a su vez, se utilizó como fuente bibliográfica.

INTRODUCCIÓN

La ecografía es una técnica esencial en la evaluación del paciente con patología renal tanto aguda como crónica y para la realización de la biopsia renal. La interpretación de los hallazgos ecográficos es altamente dependiente de los datos clínicos. Por ello, es muy importante que los nefrólogos la conozcan en profundidad y participen activamente en la interpretación de las imágenes para aumentar la rentabilidad de esta prueba diagnóstica. Es más, el nefrólogo debería saber realizar ecografías renales. En este sentido, son muchas las especialidades que han incorporado la ecografía dentro de su práctica clínica habitual, realizando ellos mismos este procedimiento. Nuestro Servicio cuenta con un ecógrafo desde 1991 y, desde entonces, todos sus nefrólogos y todos los residentes formados desde entonces están entrenados para realizar e interpretar ecografías.¹

El estudio ecográfico renal es sencillo de realizar, inocuo y barato, por lo que se puede repetir siempre que se necesite. Está especialmente indicado en pacientes embarazadas, alérgicos al contraste yodado o enfermos muy graves, ya que el equipo es fácilmente transportable hasta la cama del paciente. Además, es esencial en el manejo del paciente trasplantado. Por todo lo expuesto, supera en muchos aspectos a otras pruebas de imagen clásicamente utilizadas en Nefrología, como la urografía intravenosa o la nefrotomografía.

En este trabajo revisaremos la aplicación de los ultrasonidos al estudio de la patología renal más frecuente. No se trata de una descripción exhaustiva sobre ecografía en patología renal, ya que para ello existen excelentes textos a los que se remite al lector.²⁻⁴

ECOGRAFÍA DEL RIÑÓN NORMAL

Tanto el riñón ortotópico como el trasplantado son fácilmente visualizados mediante ecografía. Necesitamos un equipo de ultrasonidos con sondas cuya frecuencia oscile entre 3,5 y 5 MHz para adultos y 7,5 MHz para niños.

Correspondencia: Maite Rivera Gorrin
Servicio de Nefrología.
Hospital Ramón y Cajal. Madrid.
mriverag.hrc@salud.madrid.org

El riñón se explora con el paciente en decúbito supino o lateral. Se medirá su eje longitudinal y transverso. En su eje longitudinal, su forma es elíptica y su ecoestructura normal consta de: cápsula (blanco), parénquima (negro) y seno (blanco). En ocasiones, se pueden ver las pirámides medulares discretamente más oscuras que el parénquima normal (figura 1). En el eje transverso el riñón tiene la forma de la letra C. Esta proyección es ideal para evaluar la posible dilatación del sistema excretor (figura 2). El riñón sano mide entre 10 y 12 cm, siendo el izquierdo discretamente mayor que el derecho.⁵ Se considera significativa una diferencia de longitud entre ambos riñones mayor de 1,5 cm. El tamaño renal se correlaciona con el peso y la talla del paciente. Respecto a la edad, el riñón crece rápidamente desde la infancia hasta los 18 años y disminuye

de tamaño a partir de los 50 años conforme se pierde masa renal. El grosor cortical normal mide alrededor de $1,1 \pm 0,9$ cm.

El estudio de la ecogenicidad del parénquima es muy útil. Se obtiene comparando la ecogenicidad parenquimatosa del riñón derecho e izquierdo con la del hígado y bazo, respectivamente. El riñón sano tiene una ecogenicidad igual o inferior a dichos órganos. Con la edad, el riñón se vuelve más hiperecogénico, presumiblemente debido a fibrosis parenquimatosa (figura 3).

El seno renal normal se visualiza como una elipse hiperecogénica en el centro del riñón. El sistema pielocalicial normal no es visible; de lo contrario, estamos en presencia de hidronefrosis.

Debemos averiguar si el paciente tiene uno o dos riñones, si su localización es ortotópica o no, si hay asimetría renal, si su contorno es liso o abollonado, si el parénquima es normal o adelgazado y si hay imágenes sobreañadidas a la ecoestructura normal ya descrita (quistes, masas, litiasis, etc.). Además, evaluaremos las estructuras circundantes (p. ej. espacios suprarrenales) y los vasos renales.^{2,6}

Figura 1

Riñón derecho de morfología y tamaño normal. Eje longitudinal.



Figura 2

Riñón derecho transverso. Hilio renal (flecha).



ECOGRAFÍA EN PATOLOGÍA RENAL

Insuficiencia renal

La ecografía es de gran utilidad en la evaluación inicial del paciente con insuficiencia renal. Unos riñones de tamaño normal con ecoestructura conservada indican que probablemente estemos ante un fracaso renal agudo prerrenal, parenquimatoso o vascular. Por el contrario, unos riñones

Figura 3

Riñón izquierdo con parénquima adelgazado, parénquima hiperecogénico y un quiste simple cortical (flecha).



disminuidos de tamaño, desestructurados o con parénquima adelgazado son típicos de la enfermedad renal crónica. Se afirma que la ecografía es normal en la necrosis tubular aguda. Sin embargo, aunque así es en la mayoría de los casos, suele observarse incremento de la ecogenicidad parenquimatosa en la necrosis tubular aguda de origen nefrotóxico, mientras que en la de origen isquémico ésta suele ser normal o aumentada.^{7,8} La ecografía es una prueba de gran sensibilidad para la detección de hidronefrosis, cuya presencia nos orientará hacia un fracaso renal obstructivo. Con la ecografía podemos, no sólo definir el grado de obstrucción, sino que podemos aventurar la duración de la misma, ya que el adelgazamiento del parénquima apunta hacia una obstrucción crónica. La aplicación del *doppler* puede ayudar a identificar la simple hidronefrosis de la obstrucción urinaria, ya que se ha descrito que los riñones obstruidos tienen un índice de resistencia parenquimatoso más elevado.⁹⁻¹¹ También podremos conocer la causa de la obstrucción al visualizar litiasis, globo vesical o hipertrofia prostática.

Finalmente, la presencia de múltiples quistes renales con o sin quistes hepáticos nos sugerirá el diagnóstico de poliquistosis renal, una prevalente causa de insuficiencia renal crónica.

Hipertensión arterial

En el paciente hipertenso la ecografía puede ayudar a descartar una hipertensión secundaria. Si observamos asimetría renal (riñón derecho >1,5 cm que el izquierdo o riñón izquierdo >2 cm que el derecho), ésta es sugestiva de estenosis de arteria renal.⁶ También podremos encontrar masas suprarrenales, como el feocromocitoma (figura 4). A veces, podemos diagnosticar patología renal que cursa con hipertensión, como la poliquistosis renal.

En las actuales guías europeas para el manejo de la hipertensión arterial no se incluye la ecografía en la evaluación del paciente hipertenso.¹² Nosotros realizamos en el Servicio una ecografía como parte de la evaluación rutinaria del paciente hipertenso, y hemos observado que la ecografía es patológica en el 39% de los pacientes con función renal normal y en el 69% de los que presentaban insuficiencia renal.¹³ Por tanto, creemos que se debe incluir la ecografía como parte de la batería de pruebas que se realiza en el estudio del paciente hipertenso.

La ecografía *doppler* permite el diagnóstico y seguimiento de la estenosis de arteria renal.¹⁵ Además, el hallazgo de un índice de resistencia parenquimatoso elevado puede identificar los riñones que no se beneficiarían de la

Figura 4

Feocromocitoma. Masa heterogénea sobre Riñón Derecho (RD) en ecografía modo B adyacente al diafragma (línea blanca señalada con flecha).



corrección de la estenosis.¹⁶ En la estenosis significativa de la arteria obtendremos el patrón típico «*parvus et tardus*» (figura 5).

Litiasis renal

La litiasis renal se visualiza como una imagen hiperecogénica con sombra acústica posterior (figura 6). La ecografía permite detectar con claridad litiasis de tamaño superior a 0,5 cm, sea cual sea su composición, siendo por tanto superior a la radiología convencional en la detec-

Figura 5

Estenosis de arteria renal: *doppler* pulsado. Registro espectral tipo «*parvus et tardus*» característico de la estenosis hemodinámicamente significativa (>60%) de la arteria renal.

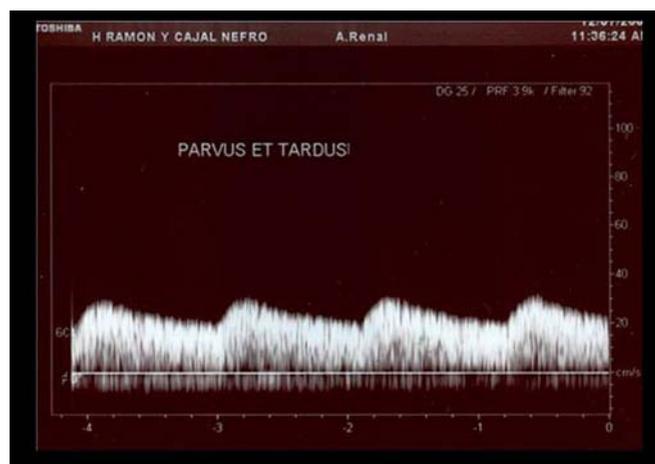


Figura 6

Litiasis renal. Imagen hiperecogénica en zona teórica de grupo calicial inferior de Riñón Izquierdo (RI) compatible con Litiasis (L) acompañada de Sombra acústica (S) posterior. Se visualiza también el Bazo (B).



ción de litiasis radiotransparentes, como son las de ácido úrico.¹⁴ En toda litiasis renal debemos medir su tamaño, contar su número y reflejar en el informe si existe repercusión sobre la vía urinaria (hidronefrosis). Los ultrasonidos pueden ser más sensibles que la radiografía en la detección de nefrocalcinosis cortical, no así en la medular, probablemente debido a la hiperecogenicidad del seno.¹⁷

Masas renales

El límite de definición ecográfica de las masas renales está alrededor de los 2 cm. Los quistes renales simples son las masas renales más frecuentes. La especificidad diagnóstica de la ecografía en esta patología es del 98%,¹⁸ siempre que se trate de una imagen redondeada u ovoide, claramente transónica (sin ecos en su interior), de localización cortical en general y de bordes bien delimitados. Siempre que cumplan todos estos criterios ecográficos, no se requiere ninguna otra prueba de imagen. En la detección y seguimiento del angiomiolipoma, la ecografía es superior a la tomografía, sobre todo cuando su tamaño es pequeño. Sin embargo, ya que el cáncer renal puede tener la misma apariencia que los tumores benignos, en toda masa renal que no cumpla criterios ecográficos de quiste simple ha de ser depurada ulteriormente con otras técnicas (tomografía, resonancia magnética), pues la especificidad de la ecografía en estos casos es menor.¹⁹

Biopsia renal

Actualmente, los ultrasonidos son la técnica de elección para la realización de una biopsia renal.²⁰ Frente a otras técnicas, como la tomografía, presenta ventajas obvias.

Además de no suponer riesgo de radiación ni para el médico ni para el paciente, ofrece mayor disponibilidad táctica, pudiéndose hacer la biopsia «a pie de cama». Es bastante más económica y no necesita el uso de contrastes. La biopsia renal ecodirigida consiste en seleccionar la zona de punción con el ecógrafo, visualizar a tiempo real el recorrido de la aguja dentro del riñón y visualizar las estructuras colindantes que no deben ser objeto de punción. Por tanto, es el método más seguro. El tiempo de realización de la biopsia también se acorta, de unos 30 minutos en el caso de las otras técnicas radiológicas a unos 10-15 minutos con la ecografía. La obtención de material suficiente para el diagnóstico es superior al 90% en la mayoría de las series,²⁰ y la tasa de complicaciones es baja. También permite el diagnóstico de las complicaciones como el hematoma perirrenal, la obstrucción de la vía por coágulos o la fístula arteriovenosa con el *doppler* (figura 7).

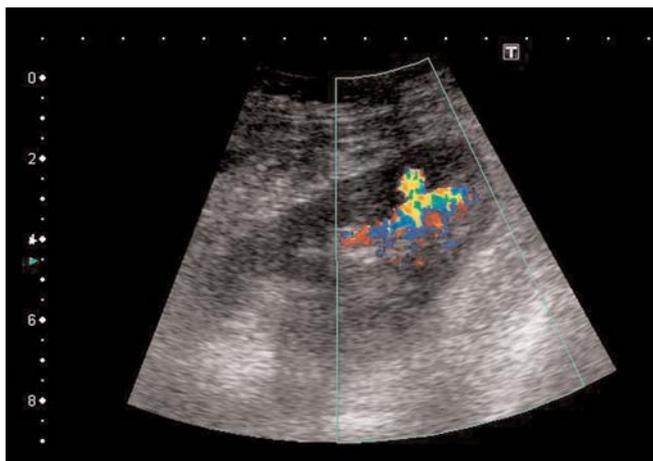
Patología de grandes vasos

La trombosis de la vena renal cursa con aumento del tamaño renal y, en ocasiones, se puede visualizar el trombo dentro del vaso. El *doppler* ofrecerá un patrón característico de inversión del flujo diastólico, hasta hace poco considerado patognomónico de esta entidad^{21,22} (figura 8).

La estenosis de la arteria renal sólo se visualiza con *doppler*. La arteria renal se puede visualizar, aunque

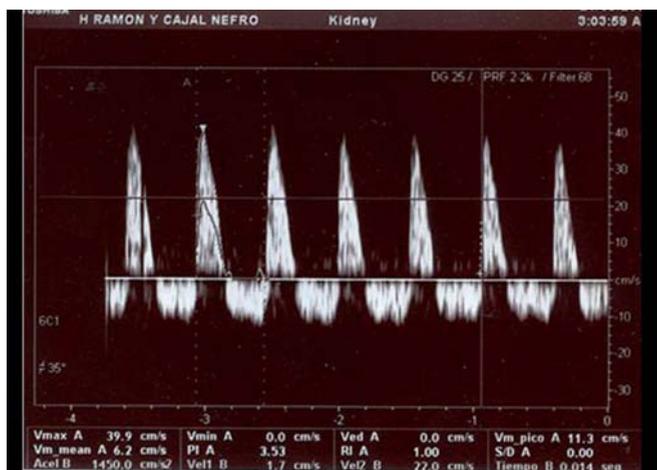
Figura 7

Fístula arteriovenosa posbiopsia. *Doppler color*. Zona de color desorganizada, redondeada y típica de una fístula arteriovenosa intrarrenal.



■ **Figura 8**

Trombosis de vena renal. Registro espectral *doppler*: inversión típica del flujo diastólico en la arteria renal. La vena no tenía flujo.



con bastante dificultad, desde su salida de la aorta hasta su entrada en el riñón mediante el *doppler* color.¹⁵ Con el *doppler* pulsado podremos obtener el registro espectral y observar el típico patrón «*parvus et tardus*». Un índice de resistencia bajo junto a una disminución de la aceleración en parénquima o aumento de la velocidad en el punto estenótico serán altamente sugestivos de estenosis de arteria renal hemodinámicamente significativa. La trombosis de la arteria renal se mostrará como una ausencia total de vascularización dentro del parénquima renal.

Trasplante renal

La localización superficial del injerto renal hace que la visualización ecográfica del mismo sea relativamente fácil, obteniéndose imágenes de alta resolución. Actualmente, la ecografía es una prueba completamente integrada en la rutina del manejo del paciente trasplantado,²³ tanto en el postrasplante inmediato como en su evolución. La sistemática a seguir es la misma que para los riñones propios: mediremos el tamaño renal, describiremos su ecogenicidad y detallaremos hallazgos como quistes, litiasis, dilatación de la vía o signos ecográficos de rechazo agudo como la hipertrofia de pirámides. Asimismo, exploraremos en busca de colecciones perirrenales (hematoma, urinoma, linfocèle). La aplicación del *doppler* ha aumentado la rentabilidad diagnóstica de los ultrasonidos aplicados al manejo del trasplante renal, especialmente para el estudio de la patología vascular.²⁴⁻²⁷

Ecografía con contraste

Tanto la ecografía convencional como el *doppler* presentan limitaciones para el estudio de la patología renal. Las imágenes de la ecografía convencional a veces son poco nítidas y el *doppler* tiene poca sensibilidad en el estudio de la vascularización más periférica del riñón. Por ello, en los últimos 20 años se han hecho enormes esfuerzos por encontrar la forma de dar realce a las imágenes ecográficas. La posible aplicación del contraste en ecografía fue inicialmente descrita por Gremiak et al.²⁸ La mayoría de los contrastes están formados por microburbujas llenas de un gas que son capaces de generar un aumento en la señal ecográfica. Los medios de contraste o ecopotenciadores se han desarrollado especialmente a mediados de los años 80. Básicamente, se ha intentado elaborar burbujas de pequeño tamaño (<10 μm), capaces de atravesar la circulación pulmonar para poder así estudiar la microcirculación de los órganos periféricos. También se ha ido modificando el gas que compone las microburbujas, de manera que éste fuera más estable y no atravesara rápidamente la barrera alvéolo-capilar, permaneciendo unos minutos en la circulación sistémica y permitiendo el estudio ecográfico. Finalmente, se han desarrollado *softwares* para los equipos de ultrasonidos que permiten «cuantificar» la perfusión renal. En la actualidad, vamos por la tercera generación de agentes de contraste.

El uso de la ecografía con contraste está muy incorporado en el estudio de la patología cardíaca, hepática y ginecológica como el cáncer de mama. Los contrastes ecográficos para el estudio de la patología renal aún no se han aprobado formalmente. Sin embargo, ya hay estudios científicos que avalan su utilidad en este campo. En el riñón, el contraste permite una mejor visualización de la macro y microvascularización, mejorando los resultados del *doppler* en el estudio de la estenosis de la arteria renal.²⁹ Los quistes renales complicados o complejos, la caracterización de las masas renales y el reflujo vésico-ureteral en la infancia son algunas de las aplicaciones en las que el uso de ecopotenciadores se ha mostrado útil, según las últimas Guías de Buena Práctica Clínica en el uso de ecografía con contraste.^{30,31} En el trasplante renal, además, ya hay estudios en los que el análisis de la microcirculación con ecopotenciadores permite, además, el diagnóstico precoz de la nefropatía crónica del injerto demostrada por biopsia, antes de que se eleve la creatinina.^{26,27}

El contraste ecográfico es barato, muy seguro y de fácil administración a través de una vena periférica. Las exploraciones se hacen a tiempo real y la dosis del ecopotenciador se puede repetir debido a la excelente tolerancia del paciente.

Puntos clave

1. La ecografía es una técnica diagnóstica esencial en el estudio del paciente con patología renal.
2. La interpretación de las imágenes depende en gran medida de los datos clínicos.
3. Es un método diagnóstico inocuo, barato, de corta duración y repetible.
4. Actualmente, existen tres modalidades: modo B o convencional, ecografía *doppler* y ecografía con contraste o ecopotenciadores.
5. Nuestra larga experiencia es muy positiva. Hemos ganado en autonomía, lo que beneficia a nuestros pacientes, y ha permitido una formación más completa de nuestros residentes.
6. Al igual que otras especialidades, los nefrólogos debemos incorporar la realización e interpretación de las ecografías a nuestra práctica clínica habitual.

Canalización de catéteres permanentes para hemodiálisis

La imposición de catéteres tunelizados para hemodiálisis mediante ecografía es una práctica en expansión. Mediante un transductor de alta frecuencia y un ecógrafo-*doppler*, es posible la localización y canalización de la vena de una forma segura. Esta práctica puede manejarse con destreza por el nefrólogo, reduciendo tiempos de espera, evitando catéteres temporales, eligiendo los catéteres y, en definitiva, mejorando el manejo del paciente que inicia hemodiálisis.³²⁻³⁵

Estudio del territorio venoso en extremidades para realización de fistulas

Actualmente, esta práctica la realizan los cirujanos vasculares. No hay razón para que no la hagan los nefrólogos, cuando se generalice el conocimiento y la práctica de la ecografía. Además, una vez realizada la fístula arteriovenosa, podríamos evaluar sus disfunciones, incluso adelantarnos a ellas haciendo ecografías periódicas a fístulas aparentemente normofuncionantes.³²⁻³⁵

ECOGRAFÍA EN NEFROLOGÍA. NUESTRA EXPERIENCIA

Nuestros pacientes a menudo requieren exploraciones, como es el caso del paciente trasplantado, que no se pueden posponer, por lo que no son susceptibles de citar y que a veces hay que repetir a diario, con la consiguiente sobrecarga de otros Servicios (como Radiología y Urología). Desde esta inquietud, en marzo de 1991 adquirimos

en nuestro Servicio un ecógrafo a tiempo real dotado de un transductor de 3,5 MHz. Desde enero de 2006 contamos con un ecógrafo-*doppler*. Hasta el 31 de diciembre de 2008 hemos realizado más de 18.000 ecografías diagnósticas (unas 1.200 al año) y más de 1.000 biopsias renales percutáneas (unas 60 al año). El 70% de las ecografías son de riñones propios, y un 30% de trasplante renal. La mayoría son solicitadas por nefrólogos, aunque un 10% de las peticiones procede de otras especialidades de nuestro hospital. En la actualidad, el nefrólogo, incluso el de guardia, puede llevar a cabo dicha técnica en cualquier momento. En nuestra experiencia, esto es beneficioso para el paciente, ya que acelera su diagnóstico y, con ello, el tratamiento. Además, como es de suponer, nos da más autonomía.

Las biopsias renales se reparten casi en igual proporción entre biopsias de trasplante renal y riñones propios. Un solo nefrólogo puede realizar el procedimiento en su totalidad, ya que con una mano guía el transductor ecográfico y con la otra maneja la aguja automática. La rentabilidad diagnóstica es mayor del 90%, y la media de glomérulos extraídos de 12 con un solo pase de la aguja por el riñón. La tasa de complicaciones (mayores y menores) es prácticamente cero en biopsias de riñones propios y en torno al 6-8% para el trasplante renal. El aprendizaje de la técnica de la biopsia renal ecodirigida forma parte de los conocimientos adquiridos por nuestros residentes. Desde que hemos realizamos nosotros la biopsia renal, el cambio también ha sido sustancial. Actualmente, no sólo indicamos sino que realizamos las biopsias renales cuando lo consideramos oportuno. También diagnosticamos las complicaciones posbiopsias. Todo paciente con biopsia renal complicada es explorado con una ecografía y, en

ausencia de complicación evidente, realizamos ecografía sistemática a todos los riñones biopsiados al finalizar el procedimiento y a las 24 horas, en busca de complicaciones asintomáticas, como por ejemplo pequeños hematomas perirrenales o fístulas arteriovenosas.

Finalmente, desde el año 2008 recibimos residentes rotantes de otros hospitales, los cuales, además de aprender ecografía diagnóstica, se integran plenamente en el Servicio mientras dura su rotación. Esta nueva experiencia es verdaderamente positiva y gratificante.

CONCLUSIÓN

La introducción de la ecografía en Nefrología ofrece un campo apasionante y una notable vía de ampliación de nuestros conocimientos. En nuestra experiencia, no sólo nos facilita el manejo de los pacientes, sino que despierta un entusiasmo real en los residentes.

La Nefrología ha ido perdiendo interés entre los estudiantes de Medicina, según la experiencia publicada en otros países,³² y eso mismo puede que esté pasando ya en España. Entre las razones que se aducen, está la progresiva pérdida de algunas técnicas clásicamente realizadas por los nefrólogos, como la biopsia renal. En sentido contrario surge la Nefrología Intervencionista. Esta subespecialidad de la Nefrología se creó formalmente en Estados Unidos en el año 2000, año en que se creó la Sociedad Americana de Nefrología Intervencionista. Varios países la tienen acreditada, como Brasil y Puerto Rico, y otros venimos practicándola inadvertidamente desde hace muchos años. La Nefrología Intervencionista pretende recuperar para el Nefrólogo las técnicas propias de nuestra especialidad (biopsia renal ecodirigida, colocación de catéteres centrales ecodirigidos, colocación de catéteres peritoneales) e incorporar técnicas nuevas, como la ecografía diagnóstica, con el objeto de soslayar la fragmentación de la práctica médica que tanto perjudica a nuestros pacientes.³²⁻³⁵ En España no hay datos de cuántos Servicios realizan Nefrología intervencionista y, en este sentido, invitamos a la Sociedad Española de Nefrología a realizar una encuesta entre los diferentes Servicios.

En nuestra opinión, el nefrólogo debe recuperar protagonismo en las técnicas que indicamos a nuestros pacientes. Así como sabemos interpretar un sedimento renal o una biopsia renal, debemos saber interpretar otras pruebas diagnósticas. Respecto a la ecografía, por su sencillez de aprendizaje, rentabilidad diagnóstica y bajo coste, también deberíamos saber realizarla.

BIBLIOGRAFÍA

- Rivera M. Incorporación de la ecografía a la práctica rutinaria del nefrólogo: nuestra experiencia. *Nefrología* 1995;15:104-7.
- O'Neill WC. *Ecografía Renal*. Marbán Libros (ed). Madrid, 2003. *** Libro excelente escrito por un nefrólogo que hace ecografías. Numerosas ilustraciones y explicación clara en el texto.
- Zwiebel W. *Ultrasonografía vascular*. Marbán Libros (ed). Madrid, 2002;455-75. * Libro para la introducción en el *doppler* general y renal.
- Mayayo T, Boronat F, Jiménez JF, Llorente MT. *Atlas de ecografía y TAC en Urología*. Norma (ed.). Madrid, 1989.
- Emamian SA, Nielsen MB, Pedersen JF, Ytte L. Kidney dimensions at sonography: correlation with age, sex, and habitus in 655 adults volunteers. *Am J Roentgenol* 1993;160:83-6.
- O'Neill WC. Sonographic Evaluation of Renal Failure. *Am J Kidney Dis* 2000;35:1021-38.
- Rosenfield AT, Zeman RK, Cicchetti DV, Siegel NJ. Experimental acute tubular necrosis: US appearance. *Radiology* 1985;157:771-4.
- Davidson AJ, Hartman DS, Choyke PL, Wagner BJ. *Davidson's Radiology of the Kidney and Genitourinary Tract*. Philadelphia, PA, Saunders, 1999;162-4.
- de Toledo LS, Martínez-Berganza Asensio T, Cozcolluela Cabrejas R, de Gregorio Ariza MA, Pardina Cortina P, Ripa Saldias L. Doppler-duplex ultrasound in renal colic. *Eur J Radiol* 1996;23:143-8.
- Haroun A. Duplex doppler sonography in patients with acute renal colic: prospective study and literature review. *Int Urol Nephrol* 2003;35:135-40.
- Mostbeck GH, Zontsich T, Turestschek K. Ultrasound of the kidney: obstruction and medical diseases. *Eur Radiol* 2001;11:1878-89.
- Mancia G, De Backer G, Dominiczak A, et al. 2007 Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension and of the European Society of Cardiology. *J Hypertens* 2007;25:1105-87.
- Ponte B, Rivera M, Jiménez S, Rodríguez-Palomares JR, Tenorio MT, Marcen-Letosa R, Ortuno J. Renal Sonography Findings in Hipertensión. *JASN* 2008;19:625A.
- Rivera M, Liaño F, Fortún J, Fernández-Lucas M, Ortuño J. Sulfadiazine-induced obstructive renal failure in a patient with acquired immunodeficiency syndrome (AIDS). *Nephrol Dial Transplant* 1993;8:1183-4.
- Olin JW, Piedmonte MR, Young JR, DeAnna S, Grubb M, Childs MB. The Utility of Duplex Ultrasound Scanning of the Renal Arteries for Diagnosing Significant Renal Artery Stenosis. *Ann Int Med* 1995;122:833-8.
- Rademacher J, Ellis S, Haller H. Renal resistance index and progression of renal disease. *Hypertension* 2002;39:699-703.
- Glazer GM, Callen PW, Filly RA. Medullary nephrocalcinosis: sonographic evaluation. *Am J Roentgenol* 1981;138:55-7.
- Bosniak MA. Diagnosis and management of patients with complicated cystic lesions of the kidney. *Am J Roentgenol* 1997;169:819-21.
- Pollack HM, Banner MP, Arger PH. The accuracy of grayscale ultrasonography in differentiating cystic neoplasms from benign cyst. *Radiology* 1982;143:741-5.

20. Korbet SM. Percutaneous renal biopsy. *Semin Nephrol* 2002;22:254-67.
21. Böger CA, Rümmele P, Mihastsch MJ, Banas B, Krämer BK. Reverse diastolic intrarenal flow due to calcineurin inhibitor toxicity. *Am J Transplant* 2006;6:1963-7.
22. Caldés S, Fernández A, Rivera M, Merino JL, González R, Amezquita Y, et al. A page kidney case report with diastolic flow reversion in Doppler ultrasonography. *Transplantation* 2009;87(2):303-4.
23. O'Neill WC, Baumgarten DA. Untrasonography in renal transplantation. *Am J Kidney Dis* 2002;39:663-78.
 ** Excelente revisión acerca de los hallazgos ecográficos en el trasplante renal.
24. Taylor KJW, Morse SS, Rigsby CM, Bia M, Schiff W. Vascular complications in renal allografts: Detection with duplex US. *Radiology* 1987;162:31-8.
25. Grenier N, Dows C, Morel D, Ferriere JM, Le Guillou M, Totaux L, et al. Detection of vascular complications in renal allografts with color doppler flow imaging. *Radiology* 1991;178:217-23.
26. Schwenger V, Hinkel UP, Nahm AM, Morath C, Zeier M. Real-time contrast-enhanced sonography in renal transplant recipients. *Clin Transplant* 2006;20(17):51-4.
27. Schwenger V, Hinkel UP, Nahm AM, Morath C, Zeier M. Color Doppler Ultrasonography in the Diagnostic Evaluation of Renal Allografts. *Nephron Clin Pract* 2006;104:c107-c112.
28. Gremiak R, Shah PM. Echocardiography of the aortic root. *Invest Radiol* 1968;3:356-88.
29. Claudon M, Plouin PF, Baxter G, et al. Renal arteries in patients at risk of renal arterial stenosis: multicenter evaluation of the echo-enhancer SH U 508A at colour and spectral Doppler US. *Levovist renal artery stenosis study group. Radiology* 2000;214:739-46.
30. Quaia E. Microbubble ultrasound contrast agents: an update. *Eur Radiol* 2007;17:1995-2000.
31. Claudon M, Cosgrove D, Albrecht T, et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) - update 2008. *Ultraschall Med* 2008;29(1):28-44.
 *** Guías de práctica clínica sobre el uso de la ecografía con contraste para el estudio de diversos órganos y, en particular, del riñón.
32. Asif A, Byers P, Vieira CF, Preston RA, Roth D. Diagnostic and interventional nephrology. *Am J Ther* 2002;9:530-6.
 ** Artículo relativo a la nueva subespecialidad de Nefrología Intervencionista. Se comentan las técnicas de nuestra especialidad y la importancia de que las realice el nefrólogo para optimizar el manejo del enfermo renal.
33. Riella MC. Challenges in interventional Nephrology. *Contrib Nephrol* 2005;149:131-7.
34. Nascimento MM, Chula D, Campos R, Nascimento D, Riella MC. Interventional nephrology in Brazil: current and future status. *Semin Dial* 2006;19:172-5.
35. León FT, Bermúdez CR, Hernández V, Silva J, Delpin ES. Interventional Nephrology in Puerto Rico. *Semin Dial* 2006;19:176-9.