



## ARTICULO ESPECIAL

# Documento de consenso para la formación en ecografía en la especialidad de Nefrología

Maite Rivera Gorrín<sup>a,\*</sup>, R. Haridian Sosa Barrios<sup>a</sup>, Carlos Ruiz-Zorrilla López<sup>b</sup>, Juan Manuel Fernández<sup>c</sup>, Silvia Marrero Robayna<sup>c</sup>, José Ibeas López<sup>d</sup>, Mercedes Salgueira Lazo<sup>e</sup>, María Jesús Moyano Franco<sup>e</sup>, Carlos Narváez Mejía<sup>f</sup>, Manuel Ceballos Guerrero<sup>f</sup>, Jordi Calabia Martínez<sup>g</sup>, Antonio Luis García Herrera<sup>h</sup>, Ramón Roca Tey<sup>i</sup>, Vicente Paraíso Cuevas<sup>j</sup>, José Luis Merino Rivas<sup>j</sup>, Iyad Abuward Abu-Sharkh<sup>k</sup> y Àngels Betriu Bars<sup>l</sup>, en representación del Grupo de Trabajo en Nefrología Diagnóstica e Intervencionista (GNDI) de la Sociedad Española de Nefrología (SEN)

<sup>a</sup> Hospital Ramón y Cajal, Madrid, España

<sup>b</sup> Hospital Río Carrión, Palencia, España

<sup>c</sup> Hospital Dr. Negrín, Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>d</sup> Parc Taulí Hospital Universitari, Institut d'Investigació i Innovació Parc Taulí I3PT, Universitat Autònoma de Barcelona, Sabadell, Barcelona, España

<sup>e</sup> Hospital Macarena, Sevilla, España

<sup>f</sup> Hospital Puerta del Mar, Cádiz, España

<sup>g</sup> Hospital Josep Trueta, Girona, España

<sup>h</sup> Hospital Puerto Real, Cádiz, España

<sup>i</sup> Hospital de Mollet, Mollet del Vallés, Barcelona, España

<sup>j</sup> Hospital del Henares, Coslada, Madrid, España

<sup>k</sup> Hospital Clínico Universitario, Santiago de Compostela, La Coruña, España

<sup>l</sup> Institut de Recerca Biomèdica de Lleida (IRBLleida), Lleida, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 16 de octubre de 2019

Aceptado el 10 de mayo de 2020

On-line el 6 de agosto de 2020

### Palabras clave:

Ecografía

Acceso vascular

Nefrología diagnóstica e

intervencionista

## RESUMEN

La ecografía es una herramienta esencial en el manejo del paciente nefrológico que permite el diagnóstico, el seguimiento y la realización de intervencionismo sobre el riñón. La utilidad de los ultrasonidos en Nefrología no se circunscribe exclusivamente al estudio ecográfico del riñón. Mediante ecografía el nefrólogo puede, además, optimizar el manejo de la fístula arteriovenosa para hemodiálisis, medir el riesgo cardiovascular (grosor íntima-media), implantar catéteres centrales para hemodiálisis ecoguiados y ayudar en la colocación de los peritoneales, así como calcular la volemia del paciente mediante ecografía cardiaca básica, ecografía de la vena cava inferior y pulmonar.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [maiteelizabeth.rivera@salud.madrid.org](mailto:maiteelizabeth.rivera@salud.madrid.org) (M. Rivera Gorrín).

<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2020.05.008>

© 2020 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Inserción de vías centrales  
 Terapia renal sustitutiva  
 Biopsia renal

Desde el Grupo de Trabajo en Nefrología Diagnóstica e Intervencionista (GNDI) de la Sociedad Española de Nefrología (SEN) hemos elaborado este documento de consenso en el que se resumen las principales aplicaciones de la ecografía en Nefrología, incluyendo los requisitos técnicos básicos necesarios, el marco normativo y el nivel de capacitación de los nefrólogos en esta materia. El objetivo de este trabajo es promover la inclusión de la ecografía, tanto diagnóstica como intervencionista, en la práctica clínica habitual del nefrólogo y en la cartera de servicios de Nefrología con la finalidad de ofrecer un manejo diligente, eficiente e integral al paciente nefrológico.

© 2020 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Consensus document for ultrasound training in the specialty of Nephrology

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Ultrasound  
 Vascular access  
 Diagnostic and interventional nephrology  
 Central line insertion  
 Renal replacement therapy  
 Renal biopsy

Ultrasound is an essential tool in the management of the nephrological patient allowing the diagnosis, monitoring and performance of kidney intervention. However, the usefulness of ultrasound in the hands of the nephrologist is not limited exclusively to the ultrasound study of the kidney. By ultrasound, the nephrologist can also optimize the management of arteriovenous fistula for hemodialysis, measure cardiovascular risk (mean intima thickness), implant central catheters for ultrasound-guided HD, as well as the patient's volemia using basic cardiac ultrasound, ultrasound of the cava inferior vein and lungs.

From the Working Group on Interventional Nephrology (GNDI) of the Spanish Society of Nephrology (SEN) we have prepared this consensus document that summarizes the main applications of ultrasound to Nephrology, including the necessary basic technical requirements, the framework normative and the level of training of nephrologists in this area. The objective of this work is to promote the inclusion of ultrasound, both diagnostic and interventional, in the usual clinical practice of the nephrologist and in the Nephrology Services portfolio with the final objective of offering diligent, efficient and comprehensive management to the nephrological patient.

© 2020 Sociedad Española de Nefrología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

La nefrología diagnóstica e intervencionista (NDI), desarrollada desde sus inicios por nefrólogos, comprende el área de la Nefrología que incluye todas las técnicas de imagen e intervencionismo que emplea el nefrólogo: inserción de catéteres como acceso vascular para terapia renal sustitutiva (catéteres temporales y permanentes para hemodiálisis [HD], colocación de catéteres de diálisis peritoneal, biopsia renal, ecografía reno-vesical y de la fistula arteriovenosa [FAV]). La NDI surge con el ánimo de solucionar las necesidades y dificultades encontradas durante la práctica clínica habitual, tanto en el campo diagnóstico como en el de tratamiento. Desde la irrupción de los ultrasonidos en medicina en la década de los cincuenta<sup>1</sup>, su utilización se ha ido ampliando a múltiples campos, incluyendo la Nefrología, donde juega un papel central, y ya varios autores referían, a finales del siglo pasado, su gran utilidad<sup>2,3</sup> en el manejo de pacientes renales.

La NDI, con respecto a otras áreas de la Nefrología, ha permanecido relegada desde el punto de vista asistencial y

docente a un segundo plano, y hasta fechas recientes no se ha implantado un entrenamiento específico reconocido en las distintas técnicas, ni se ha determinado ningún examen o certificación oficial para evaluar la suficiencia de los médicos en la realización de las mismas<sup>4,5</sup>.

El desarrollo de una sección de NDI en los servicios de Nefrología presenta resultados altamente eficientes, mejora la calidad de los cuidados, reduce tiempos de espera, mejora la seguridad del paciente, optimiza los recursos y es económicamente factible, evitando la sobrecarga de otros departamentos, como ya se ha publicado<sup>6-11</sup>. Asimismo, repercute en la supervivencia y en la viabilidad de los accesos vasculares para terapia renal sustitutiva y en la diligencia en toma de decisiones de médico y paciente.

La Sociedad Española de Nefrología (SEN) debe, por tanto, promover y garantizar el acceso a la formación específica en ecografía para todos los nefrólogos interesados en realizar estas técnicas<sup>4,6,7</sup>, potenciando el desarrollo de herramientas de aprendizaje<sup>12</sup> y estableciendo estándares de práctica habitual, así como una evaluación y/o certificación que valide de

**Imprescindible**

- Ecógrafo con modos M, B y Doppler
- Transductor lineal de alta frecuencia
- Transductor convexo de baja frecuencia
- Sala de técnicas

**Opcional**

- Software de contraste ecográfico
- Software de medida del GIM
- Transductor sectorial para ecocardiografía
- Posibilidad de realizar técnicas invasivas en quirófano
- Arco de Rayos X

NDI: Nefrología diagnóstica e intervencionista. GIM: Grosor íntima media

**Figura 1 – Aparataje necesario para la NDI.**

forma oficial la capacitación de los nefrólogos y/o los servicios de Nefrología para realizar procedimientos diagnósticos e intervencionistas. Asimismo, la SEN debería recomendar a todos los servicios de Nefrología la introducción y la utilización sistemática de esta técnica para cualquiera de sus indicaciones.

## Métodos

El 10 de octubre de 2016, durante la celebración del Congreso de la SEN, se reunió en Oviedo un panel de expertos en el área de Nefrología Diagnóstica e Intervencionista (Grupo de Nefrología Diagnóstica e Intervencionista [GNDI]) con la intención de impulsar y crear un documento que cimiente los fundamentos de la NDI para su desarrollo, enseñanza y control de calidad en nuestro país. Dicho panel de expertos incluye a nefrólogos con una larga trayectoria y experiencia consolidada en NDI en su práctica clínica habitual.

Para preparar este documento de posicionamiento, los expertos desarrollaron un esquema de discusión y preguntas en base a los datos disponibles (revisión sistemática) y evidencias clínicas más importantes, llevando a cabo un debate de cada punto fundamental hasta alcanzar un consenso.

Posteriormente, cada experto se encargó de escribir la sección asignada, que fue recopilada y editada por MRG y RHSB en un borrador posteriormente aprobado por todos los miembros del panel y elevado como documento de consenso. Las conclusiones se exponen a continuación.

## Aparataje y espacio físico necesario

Los servicios de Nefrología deben contar con un ecógrafo que permita realizar estudios ecográficos en modo bidimensional y Doppler. El equipo debe constar, al menos, de dos sondas o transductores: uno convexo de baja frecuencia para la exploración de la cavidad abdominal (riñones, vejiga, próstata, hígado-vía biliar y aorta abdominal) y otro lineal de alta frecuencia para la exploración de estructuras más superficiales (pleura-pulmón, glándulas paratiroides, arterias carótida y femoral), así como la exploración y canalización de las

venas yugular y femoral. Dicho transductor lineal también se empleará en la punción y exploración del acceso vascular para HD.

Ciertas aplicaciones requieren un software específico, como, por ejemplo, para la medición del grosor íntima-media (GIM) carotídeo, así como el modo M y una sonda sectorial de baja frecuencia para la realización de ecocardiografía (fig. 1).

La exploración ecográfica puede realizarse en cualquier ubicación física, incluso a pie de cama, ya que los equipos son fácilmente transportables. Se requiere una iluminación baja/mínima para visualizar de forma óptima la imagen. El intervencionismo guiado por ecografía, además de una sala poco iluminada, requiere una camilla regulable en altura e idealmente con ruedas para evacuar al paciente ante posibles complicaciones, un buen foco de luz, material quirúrgico y farmacológico acorde al procedimiento que realicemos y personal de enfermería de apoyo.

La sala de intervencionismo debe contar con material informático para registrar la actividad y realizar los imprescindibles informes clínicos de cada exploración (ecografías e intervencionismo).

Asimismo, el servicio de Nefrología debe asegurar el almacenamiento y la custodia de las imágenes obtenidas en una base de datos para que puedan ser revisadas, con posibilidad de comparar las sucesivas exploraciones de un mismo paciente, consultar los casos con otros profesionales y transmitir el conocimiento. En el caso de contar el hospital con historia clínica electrónica, las imágenes deben almacenarse, junto con los informes, en el sistema de almacenamiento informático previsto.

## Ecografía aplicada a la Nefrología

### A. Ecografía diagnóstica

#### Ecografía renal, vesical y prostática

La ecografía en modo B de riñón, vejiga y próstata es una herramienta básica en la evaluación tanto de los casos de fracaso renal agudo como crónico. Es esencial en el estudio de deterioro de función renal en ausencia de datos de filtrado glomerular previos. Permite confirmar o descartar causas

### Ecografía renal

- Medida tamaño renal (longitudinal, transverso y anteroposterior)
- Medida volumen renal (L+T+AP/0.49)
- Grosor parenquimatoso
- Simetría renal
- Situación renal, ectopias
- Descartar riñón único
- Estudio de la vía urinaria
- Descubrir imágenes sobreañadidas y describirlas: quistes, litiasis, masas renales, etc.

### Ecografía vesical

- Medir volumen vesical a máxima repleción y post miccional (residuo)
- Descartar patología en la pared: divertículos, masas exofíticas, etc.
- Descartar patología en su interior: litiasis, detritus, etc.
- Observar jet ureteral (Doppler color)

### Ecografía prostática

- Medir tamaño prostático (longitudinal, transverso y anteroposterior)
- Medida volumen prostático (L+T+AP/0.49)

**Figura 2 – Datos a recoger en una ecografía renal, vesical y prostática.**

obstructivas y, mediante Doppler color, las vasculares, de forma rápida y no invasiva para el paciente<sup>2,13</sup>. El nefrólogo debe saber valorar<sup>3</sup> la presencia y la situación de ambos riñones, su tamaño, la simetría y la ecoestructura, la dilatación de la vía urinaria y la presencia de masas, quistes o litiasis. A nivel vesical debe saber reconocer en la pared de la vejiga la presencia de lesiones exofíticas, divertículos e improntas, así como valorar su grosor. En su interior debe saber reconocer la presencia de catéteres o detritus, así como el volumen de llenado de la misma. Se realizará la exploración con vejiga llena y posmiccional para evaluar la presencia de residuo significativo.

En la próstata debemos saber valorar el tamaño prostático midiendo sus tres diámetros para calcular el volumen (fig. 2).

El modo Doppler nos permite estudiar los vasos intra y extrarrenales, determinar velocidades para el diagnóstico y seguimiento de la estenosis de la arteria renal, así como las malformaciones vasculares, la trombosis arterial o venosa y las complicaciones vasculares posbiopsia renal.

Mediante el Doppler color (cualitativo) evaluamos la perfusión arterial y venosa de todo el parénquima, estudiando arteria y vena renales en todos sus tramos. Con el Doppler espectral (cuantitativo) registraremos la onda espectral del vaso estudiado. Sobre dicho registro podemos hacer mediciones de diversos parámetros del flujo vascular. En el estudio indirecto se toman registros de los vasos intrarrenales, se analiza su morfología (p ej., identificar un espectro «*tardus et parvus*», sugestivo de estenosis) y se calculan los índices de resistividad, pulsatilidad y aceleración. El estudio directo (sobre la arteria renal) sirve para detectar la presencia de estenosis en la misma, midiendo las velocidades directamente en la arteria renal y en la aorta. El estudio directo conlleva una dificultad superior al indirecto, ya que es muy dificultosa la visualización de la arteria renal en su totalidad. Tanto en el método directo como el indirecto se precisa un correcto ángulo de insonación (ángulo entre el haz de ultrasonidos y la dirección del flujo de la sangre) máximo de 60° para que las mediciones de velocidad sean fiables (fig. 3). Por último, si bien en el trasplante renal el uso del Doppler es obligado,

ya que hay una anastomosis vascular, en el riñón nativo sus indicaciones son muy concretas (fig. 4).

### Ecografía del acceso vascular. Del mapeo prequirúrgico al diagnóstico de las complicaciones

Un buen acceso vascular (AV) es fundamental en el éxito del tratamiento con HD, ya que condiciona la calidad de la diálisis y sus complicaciones pueden generar alta morbimortalidad y elevados gastos sanitarios<sup>14</sup>.

El mapeo preoperatorio del territorio arterial y venoso del brazo del paciente candidato a la realización de un AV, en especial en el paciente con comorbilidad, permite incrementar la tasa de AV nativos y mejorar su supervivencia. Aunque el mapeo del brazo debería usarse en todos los pacientes, es sobre todo necesario en casos en los que la exploración física habitual pueda ser insuficiente por obesidad, pulsos ausentes, cirugía previa, posible enfermedad arterial (edad avanzada, diabetes, enfermedad cardiovascular) y posible enfermedad venosa (múltiples canalizaciones venosas previas).

La exploración incluye ecografía modo B en escala de grises seguida de una exploración mediante Doppler. La exploración tanto arterial como venosa abarca desde la zona distal, comenzando en la muñeca, hacia proximal, finalizando en las venas subclavias y axilar<sup>14</sup>.

El manejo clínico del AV puede optimizarse con el uso del Doppler por el nefrólogo, ya que permite diagnosticar precozmente problemas del mismo que pueden pasar desapercibidos, establecer el nivel de urgencia terapéutica<sup>15</sup> y evitar pruebas agresivas innecesarias. Es imprescindible, por lo tanto, que el nefrólogo conozca los principios teóricos y la aplicación práctica de la ecografía del AV.

El nefrólogo realizará Doppler seriado del AV (vigilancia morfológica y estudio hemodinámico)<sup>16,17</sup> para detectar estenosis significativas<sup>18</sup>, vigilar estenosis no significativas<sup>19</sup>, evaluar la maduración de la FAV<sup>18</sup> y diagnosticar diversas patologías como trombosis<sup>20</sup>, aneurismas y pseudoaneurismas<sup>18,20</sup>, individualizar el tratamiento del síndrome de robo<sup>21</sup> o su repercusión a nivel cardíaco<sup>22-24</sup>.

- Estudia la vascularización renal
- Método directo: mide velocidades del flujo renal en la arteria renal principal
- Método indirecto: mide velocidades e índice de resistencia en parénquima renal
- Tipos: Doppler color (cualitativo) y Doppler espectral (cuantitativo: análisis registro espectral)
- El ángulo de estudio ha de ser inferior a 60°
- Paciente en ayunas: evitar interferencia gas abdominal

### Figura 3 – Ecografía renal Doppler: aspectos clave.

#### A.- Sospecha de HTA vasculorrenal

- 1.- HTA de comienzo agudo o rápida progresión a cualquier edad, comienzo antes de los 50 años e HTA severa en pacientes pediátricos y adultos jóvenes.
- 2.- HTA confirmada refractaria al tratamiento médico realizado correctamente
- 3.- Deterioro de la función renal inducido por IECAS.
- 4.- HTA asociado a deterioro de la función renal sin causa conocida que lo justifique.
- 5.- Asimetría significativa (> 1.5 cm) del tamaño renal en pruebas de imagen.

#### B.- Sospecha de nefropatía isquémica

IRC no filiada en paciente con vasculopatía de gran vaso

### Figura 4 – Ecografía renal Doppler: indicaciones en riñón nativo.

#### Ecografía arterial (carótida, femoral y aorta abdominal): valoración riesgo vascular del enfermo renal

La enfermedad cardiovascular (CV) es la primera causa de muerte en los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC), y la ateromatosis es su causa principal. Se trata de un proceso inflamatorio crónico y progresivo de las arterias, caracterizado por un engrosamiento de la capa íntima-media arterial hasta la formación de placas de ateroma (grosor > 1,5 mm)<sup>25</sup>, y se encuentra acelerado en presencia de factores de riesgo CV tradicionales (edad, sexo, hipertensión arterial, diabetes, dislipemia, tabaquismo. . .) y no tradicionales (en pacientes con ERC: toxinas urémicas, estrés oxidativo, inflamación crónica, anemia, etc.)<sup>26</sup>. La ecografía arterial permite evaluar de forma directa y precisa el daño producido por los factores de riesgo sobre la pared vascular, siendo esta evaluación más exacta al no basarse únicamente en factores de riesgo CV tradicionales y scores no validados en población con ERC<sup>27</sup>, por lo que se aconseja su realización en distintas guías de práctica clínica<sup>28,29</sup>. El diagnóstico de enfermedad ateromatosa subclínica permitirá detectar a la población con mayor riesgo y actuar precozmente para evitar su progresión y la aparición de eventos CV.

La ecografía permite, además, valorar la carga de enfermedad ateromatosa (número de territorios y área de placa), analizar la composición de las placas (lípidos, tejido fibroso, calcio) y valorar la progresión. Al ser una enfermedad sistémica, es importante explorar todos los territorios arteriales accesibles: carótidas (común, bifurcación o bulbo, interna y externa), femorales (común y superficial) y aorta (a nivel del abdomen). Diferentes estudios han demostrado que la prevalencia de ateromatosis en arterias femorales, en ausencia de afectación de carótidas, es de entre el 17 y el 20%<sup>30</sup>.

#### Ecografía pleuropulmonar

La ecografía pulmonar es una forma no invasiva de detectar la congestión pulmonar. Es de gran ayuda en el manejo del paciente renal con disnea incluso en una etapa subclínica temprana. Es muy útil en la evaluación y monitorización de

la respuesta al tratamiento, en la prevención de la sobrecarga de volumen en pacientes cardiopatas hipovolémicos tratados con sueroterapia, así como en el diagnóstico y seguimiento de la neumonía<sup>31,32</sup>. El diagnóstico de la sobrecarga de volumen se realiza mediante la valoración de unos artefactos ecográficos con valor diagnóstico como son los cohetes pulmonares (*lung rockets*, múltiples líneas B) o colas de cometa (*comet tail artifact*)<sup>33,34</sup>.

La ecografía es la mejor técnica para la detección de derrame pleural, muy superior a la radiología convencional, ya que es capaz de detectar derrames a partir de 5 ml, frente a los 150 ml en la radiografía posteroanterior de tórax. El patrón ecográfico puede orientar a trasudado o exudado. Finalmente, la ecografía permite la detección rápida del neumotórax sin necesidad de radiar al paciente y con alta reproducibilidad.

#### Ecocardiograma transtorácico. Medida del estado de hidratación: ecografía de la cava inferior

La ecocardiografía transtorácica es una técnica reconocida por su utilidad en los pacientes renales<sup>35</sup> y el nefrólogo debe saber realizarla a nivel básico.

Las patologías que se deben reconocer son, esencialmente, el derrame pericárdico, la hipertrofia ventricular izquierda y calcular la fracción de eyección. Es preciso disponer de una sonda sectorial de baja frecuencia. Asimismo, el grado de colapso inspiratorio de la vena cava inferior medido por ecografía puede ayudar en la estimación de la volemia efectiva de los pacientes y, junto con la clínica, ser un apoyo en la toma de decisiones para el manejo de la fluidoterapia<sup>36</sup>.

#### Ecografía paratiroidea

La ecografía fue la primera técnica de imagen usada para estudiar las glándulas paratiroides. Es una técnica de fácil realización para el nefrólogo, con una curva de aprendizaje rápida y útil en el estudio rutinario de los pacientes con hiperparatiroidismo secundario, que aporta grandes beneficios y rentabilidad<sup>37</sup>. Mediante la ecografía determinaremos

el número y la localización de la hipertrofia paratiroidea de cara a la planificación de una paratiroidectomía. La valoración de la masa paratiroidea (volumen) es de importante valor pronóstico, ya que su aumento está relacionado con una peor respuesta al tratamiento farmacológico<sup>38</sup>. En algunas situaciones se ha utilizado la ecografía para realizar una paratiroidectomía química mediante la inyección intraglandular de alcohol/calcitriol<sup>39</sup>.

#### *Ecografía en diálisis peritoneal. Orificio y túnel, detección de la arteria epigástrica e implantación del catéter*

La ecografía es de gran utilidad en la implantación del catéter peritoneal por el nefrólogo, ya que permite realizar una exploración sistemática del tejido subcutáneo, musculatura y fascias de los rectos, ubicar la arteria epigástrica para evitar su laceración, el peritoneo parietal y la cavidad peritoneal. Asimismo, permite ubicar las asas intestinales para descartar su presencia en el trayecto del catéter o adherencias entre las mismas<sup>40-42</sup>. Por último, podremos valorar la vejiga urinaria antes de la implantación del catéter, evitando su perforación en pacientes con residuo posmiccional a los que, si es necesario, sondaremos para asegurar el vaciado completo de la vejiga. La ecografía de abdomen también ayuda a dirigir la inserción del catéter entre las hojas del peritoneo<sup>43</sup>, observar cómo la infusión de líquido peritoneal separa las asas y facilitar la dirección de la guía hacia la pelvis<sup>42</sup>, permitiendo la correcta colocación del catéter. Es importante objetivar la punta del catéter con el ecógrafo en el saco de Douglas antes de realizar el cierre del acto quirúrgico.

En el periodo postimplantación el empleo de ultrasonidos es muy útil para valorar la patología del túnel en manos de personal experimentado y complementa a otras técnicas de imagen, como la radiografía simple o la tomografía, e incluso, en ocasiones, puede sustituirlas<sup>44</sup>. La ecografía es útil para comprobar la presencia de infección o abscesos pericatóter<sup>44,45</sup>, sangrados o hematomas postracción mecánica o postimplantación del catéter, extrusión del catéter peritoneal, fugas pericatóter y de cavidad peritoneal<sup>46</sup> o atrapamiento del catéter por epiplón<sup>47</sup>.

Finalmente, con la ecografía evaluaremos el grosor de la membrana peritoneal y su relación con la efectividad de la técnica de diálisis, lo que podría evitar en el futuro la realización de pruebas agresivas, como la biopsia peritoneal<sup>48</sup>.

#### *Ecografía de la motilidad gástrica*

La gastroparesia o enlentecimiento del vaciamiento gástrico es una complicación conocida de enfermedades como la diabetes o la amiloidosis, así como del periodo postoperatorio como en el postrasplante renal. Se ha descrito que el tiempo de vaciamiento gástrico está alargado en pacientes de las tres modalidades de tratamiento renal sustitutivo con respecto a los sujetos sanos<sup>49</sup>. La gastroparesia puede producir anorexia y desnutrición del paciente. Puede ser diagnosticada mediante ecografía bidimensional a tiempo real, si tomamos imágenes dinámicas de la actividad peristáltica gástrica y de su efecto en el vaciado del estómago, y posteriormente calculamos el volumen gástrico total posprandial<sup>50</sup>.

#### *Ecografía hepatobiliar*

La ecografía permite la detección precoz de la esteatosis hepática, una patología muy prevalente en la población general y, por ende, en los enfermos renales. La ecogenicidad del parénquima renal sano es muy similar a la del hígado sano. En la esteatosis el hígado se observa más blanquecino (hiperecogénico) que el parénquima renal<sup>51</sup>. Hasta ahora considerada una condición benigna, se ha descrito su evolución a fibrosis hepática e incluso cirrosis<sup>52</sup>, por lo que estos pacientes deben ser remitidos para valoración por el servicio de Aparato Digestivo.

Con la ecografía podemos fácilmente detectar barro y litiasis biliar asintomática o complicada con colecistitis, si sabemos reconocer sus signos ecográficos.

### **B. Intervencionismo nefrológico guiado por ecografía**

#### *Biopsia renal*

La biopsia renal percutánea (BRP) es uno de los principales procedimientos en el diagnóstico de múltiples patologías, tanto de riñón propio como trasplantado, y actualmente es la técnica de intervencionismo más empleada en los servicios de Nefrología<sup>53</sup>. No exenta de complicaciones<sup>54</sup>, el uso de los ultrasonidos en la realización de la BRP supuso una clara reducción de las complicaciones posbiopsia del 10 al 15% de todos los pacientes biopsiados por otros procedimientos hasta del 4 al 6% tras la introducción de la BRP ecodirigida<sup>55</sup>.

Podríamos diferenciar tres utilidades de la ecografía en la biopsia renal:

- Simulacro previo para valorar estructura, características del riñón, dificultad de acceso al mismo y posibles contraindicaciones para la realización de la biopsia (p.ej., riñón único).
- Realización de la BRP propiamente dicha, permitiendo la elección exacta del punto de punción, la visualización de la aguja dentro del riñón durante todo el procedimiento y de las estructuras a evitar como colon, grandes vasos o quistes renales.
- Finalmente nos permite detectar posibles complicaciones, como puedan ser sangrados, hematomas, fístulas arteriovenosas o arteriociliales y pseudoaneurismas<sup>56,57</sup>, incluso a pie de cama del paciente.

La realización por el nefrólogo de la BRP proporciona autonomía a los profesionales y reduce la estancia hospitalaria al no depender de terceros servicios. Adquirir competencias en la BRP ecodirigida requiere aprendizaje específico, experiencia y dominio en el análisis morfológico del riñón sano y sus variables patológicas, así como el empleo del modo Doppler en el análisis de complicaciones vasculares posbiopsia.

#### *Implantación de catéteres tunelizados y no tunelizados para hemodiálisis*

La implantación de un catéter en una vena central con túnel subcutáneo es una alternativa válida ante diversas situaciones clínicas que requieren un AV para HD, como son la contraindicación de una FAV, los pacientes en espera de realización de FAV, o portadores de esta sin un desarrollo suficiente para ser utilizada.

**Tabla 1 – Competencias técnicas del nefrólogo intervencionista en cada uno de los dominios que definen esta subespecialidad de la Nefrología**

Dominio	Función	Competencias
Ecografía vascular	Explorar el árbol vascular del paciente mediante ecografía modo B y Doppler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorar el árbol vascular periférico, realizar monitorización del acceso vascular y diagnosticar complicaciones en el mismo</li> <li>• Utilizar la ecografía para punción dirigida de accesos vasculares</li> <li>• Explorar mediante ecografía vasos venosos centrales, diagnosticar complicaciones en los mismos e interpretar el estado de hidratación del paciente</li> </ul>
Ecografía renal	Realizar ecografía diagnóstica sobre riñones nativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar la existencia de patología mediante ecografía modo B en riñones nativos y sistema excretor</li> <li>• Diagnosticar la existencia de patología en vasos renales de riñón nativo mediante ecografía Doppler</li> </ul>
	Realizar ecografía diagnóstica sobre riñones trasplantados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar la existencia de patología mediante ecografía modo B en riñones trasplantados y sistema excretor</li> <li>• Diagnosticar la existencia de patología en vasos renales de riñón trasplantado mediante ecografía Doppler</li> </ul>
Ecografía básica no renal, no vascular	Realizar ecografía básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorar y detectar la existencia de patología mediante ecografía modo B y Doppler en vasos abdominales, hígado y vía biliar</li> <li>• Valorar estado de hidratación. Realizar ecografía pleuropulmonar</li> <li>• Valorar tamaño de glándulas paratiroides. Realizar ecografía paratiroidea</li> </ul>
Ecocardiografía	Realizar ecocardiografía básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorar y detectar la existencia de anomalías cardíacas y derrame pericárdico mediante ecografía modo B</li> </ul>
Biopsia renal	Realizar biopsia renal ecodirigida a tiempo real	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar la técnica de la biopsia renal ecodirigida sobre riñón nativos y trasplantados garantizando la seguridad de la técnica.</li> <li>• Diagnosticar complicaciones derivadas de la técnica mediante ecografía modo B y Doppler</li> </ul>
Catéteres para hemodiálisis	Canalizar vasos centrales de forma ecodirigida e implantar catéteres para hemodiálisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantar mediante técnica ecodirigida catéteres transitorios para hemodiálisis en vasos centrales garantizando la seguridad de la técnica</li> <li>• Implantar mediante técnica ecodirigida catéteres tunelizados para hemodiálisis en vasos centrales garantizando la seguridad de la técnica</li> </ul>
	Implantar catéteres tunelizados en vasos centrales bajo control de escopia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar la escopia para canalizar venas centrales e implantar catéteres tunelizados para hemodiálisis garantizando la seguridad de la técnica</li> <li>• Conocer las medidas de radioprotección necesarias para el paciente y para los profesionales</li> </ul>
	Retirar catéteres permanentes tunelizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirar y recambiar catéteres tunelizados mediante técnica semiquirúrgica garantizando la seguridad de la técnica</li> </ul>
Catéteres para diálisis peritoneal	Implantar catéteres peritoneales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantar catéteres peritoneales garantizando la seguridad de la técnica mediante la utilización de ecografía para la valoración y colocación</li> <li>• Diagnosticar mediante ecografía complicaciones relacionadas con el catéter peritoneal</li> </ul>
	Retirar catéteres peritoneales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirar y recambiar catéteres peritoneales por técnica semiquirúrgica garantizando la seguridad de la técnica</li> </ul>

Para la implantación de un catéter, tunelizado o no, en una vena central las Guías de AV recomiendan la punción guiada por ecografía frente a la implantación por referencia anatómica<sup>18</sup>, ya que la ecografía determina la posición de cada vaso, su relación anatómica y disminuye la probabilidad de punción no deseada de otras estructuras vasculares adyacentes o el neumotórax. Además, permite identificar la presencia de trombosis que invalidaría la elección de ese vaso para la implantación del catéter. En definitiva, la utilización de la ecografía hace que la cateterización sea más fácil, rápida y segura, y disminuye la posibilidad de complicaciones<sup>58,59</sup> y los costes<sup>60</sup>. La punción ecoguiada es ideal para la canalización de la vena yugular; sin embargo, para la canalización de la vena subclavia el rendimiento de la ecografía se encuentra limitado por la interposición de la clavícula. En el caso de la implantación de un catéter tunelizado en una vena central,

yugular interna o subclavia, es recomendable que tras la punción y la introducción de la guía se compruebe la posición de esta mediante radioscopia para confirmar que el extremo intravascular se encuentra alojado en el sitio adecuado y evitar disfunciones de catéter por malposición<sup>18</sup>. El empleo de la radioscopia facilita, además, la identificación de trombosis o estenosis en venas centrales con la utilización de contraste, desaconsejando la implantación del catéter en dicho vaso. No se considera necesaria la comprobación con radioscopia si el catéter se implanta en la vena femoral.

#### *Implantación de catéter peritoneal*

Como ya se ha descrito en el apartado «Ecografía en diálisis peritoneal», la ecografía será de gran utilidad en la implantación del catéter peritoneal para optimizar su colocación, evitar

**Tabla 2 – Cursos consolidados de Nefrología Diagnóstica e Intervencionista en España**

Nombre	Año inicio	Director	Centro
<i>Ecografía e Intervencionismo</i>			
Máster en Nefrología Diagnóstica e Intervencionista	2011	M.E. Rivera Gorrín	Hospital Universitario Ramón y Cajal. Universidad de Alcalá de Henares
Jornada de técnicas aplicadas en hemodiálisis por Nefrología	2014	V. Paraíso, J.L. Merino	Hospital Universitario del Henares
Curso de Técnicas Intervencionistas Ecodirigidas en Nefrología	2017	D. del Pino y Pino	IAVANTE. Fundación progreso y Salud. CMAT. Granada
Curso teórico-práctico de intervencionismo en el paciente renal	2017	J. Ibeas	Parc Taulí Hospital Universitari
<i>Ecografía en acceso vascular</i>			
Curso sobre accesos vasculares para hemodiálisis	2009	R. Álvarez Lipe, M.T. González Álvarez, A. Foraster Roselló	Hospital Universitario Gonzalo Blesa, Zaragoza
Curso teórico-práctico de ecografía para el acceso vascular en hemodiálisis	2009	J. Ibeas	Parc Taulí Hospital Universitari
Hands-on Skills Training Workshop in Dialysis Access: A Multidisciplinary Approach	2011	J. Ibeas	Parc Taulí Hospital Universitari
Parc Taulí International Vascular Access Symposium	2014	J. Ibeas	Parc Taulí Hospital Universitari
Curso teórico práctico: abordaje multidisciplinar del acceso vascular para hemodiálisis	2016	A Vilar Gimeno	Hospital General Universitario de Valencia
<i>Ecografía en Nefrología</i>			
Curso teórico-práctico de ecografía aplicada a la Nefrología	2016	M.E. Rivera Gorrín	Hospital Universitario Ramón y Cajal
Curso teórico-práctico de ecografía y Doppler renal	2017	J. Calabia	Hospital Universitari Doctor Josep Trueta
V Curso teórico-práctico de ecografía para nefrólogos: Ecografía clínica aplicada a problemas en Nefrología	2017	C. Narváez Mejía	Sociedad Andaluza de Nefrología

complicaciones como la punción de la arteria epigástrica o asas intestinales, y para comprobar su adecuada ubicación.

#### Punción ecoguiada de la fístula arteriovenosa

La punción de la FAV puede ser dificultosa por escasa maduración, diámetro reducido, estenosis yuxtanaestomótica o en las zonas de punción, proximidad a arterias o nervios, existencia de colaterales, punciones previas infructuosas con hematomas o, incluso, no conocer la dirección de la canalulación en el caso de FAV profundas. Las características de la población en programa de HD, con aumento progresivo de la edad y comorbilidad vascular, han hecho que se incrementen este tipo de punciones con dificultad añadida.

Ante estas dificultades, la ecografía Doppler realizada en la cabecera del paciente por el nefrólogo y/o enfermero de la unidad de Hemodiálisis puede aumentar la sensibilidad de la detección precoz de patología, traduciendo en un descenso de la morbimortalidad<sup>61-63</sup>. El Doppler ofrece información sobre la permeabilidad, el flujo, la profundidad y el diámetro del vaso al realizar la punción dirigida<sup>64,65</sup>, y permite seguir el trayecto de la aguja dentro del vaso<sup>66-70</sup>. Este último aspecto es fundamental, dado que permite el reposicionamiento de la aguja durante la sesión de HD en caso de ser necesario.

Aunque existen limitados estudios de la utilidad de la ecografía Doppler para realizar la punción ecoguiada del AV, su reciente incorporación a la práctica clínica habitual ha

demostrado que su uso puede disminuir el número de punciones, facilitar la canalización en la FAV de acceso difícil y reducir las molestias derivadas de la punción para los pacientes. Es necesario, por tanto, incluir estrategias orientadas a la formación de los profesionales en esta materia específica<sup>71</sup>.

#### Competencias del nefrólogo intervencionista

En la [tabla 1](#) se recogen las competencias técnicas que debe adquirir el nefrólogo intervencionista en cada uno de los dominios que definen esta subespecialidad de la Nefrología.

Los dominios básicos u obligatorios que el nefrólogo debe conocer son:

- Ecografía renal y vésico-prostática, tanto modo 2D como Doppler.
- Ecografía FAV y punción ecoguiada de la misma.
- Canalización de catéteres temporales para HD, tanto yugulares como femorales.
- Biopsia renal ecodirigida, tanto de riñón nativo como de trasplantado.

Los dominios secundarios u opcionales serán:

- Ecografía cardiopulmonar.
- Ecografía vascular: carótida, femoral y aorta abdominal.
- Mapeo vascular previo a la FAV de la extremidad superior.



- Ecografía digestiva: gástrica y hepatobiliar.
- Ecografía de paratiroides.
- Implantación de catéteres tunelizados para HD.
- Implantación de catéteres para diálisis peritoneal.

### Marco normativo y administrativo

El programa formativo de la especialidad de Nefrología (ORDEN SCO/2604/2008. BOE 15/09/2008) en su punto 5.3.4 establece la ecografía renal, la biopsia renal, los accesos vasculares temporales y catéteres peritoneales dentro del «conocimiento, habilidades y desarrollo de técnicas de exploración, diagnóstico y tratamiento»<sup>72</sup>. En el nuevo programa formativo, actualmente en elaboración, se incluye la Nefrología Intervencionista dentro de las habilidades que debe dominar el nefrólogo. Por último, en el plan estratégico de la SEN 2016-2020 la Junta Directiva incluyó como prioridad el revalorizar la especialidad de Nefrología, defendiendo las competencias propias y desarrollando áreas emergentes como la Nefrología Intervencionista<sup>73</sup>.

Finalmente, desde el GNDI creemos necesario que la SEN debe establecer un sistema de acreditación y formación en ecografía aplicada a la Nefrología con el objeto de asegurar a los nefrólogos españoles una formación y práctica clínica de calidad, y homogénea, en esta materia. Mientras no haya centros acreditados, los nefrólogos españoles cuentan con una amplia oferta de cursos, la mayoría acreditados y con aval SEN, así como titulación universitaria. En la [tabla 2](#) señalamos los cursos más consolidados en España.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ludwig GD y Struthers FW. Considerations underlying the use of ultrasound to detect gallstones and foreign bodies in tissue. Naval Medical Research Institute Reports, Project #004 001. Report No. 4. June 1949.
- Rivera M. Incorporación de la ecografía a la práctica rutinaria del nefrólogo: nuestra experiencia. *Nefrología*. 1995;15:104-7.
- O'Neill WC. Renal ultrasound: A procedure for nephrologists. *Am J Kidney Dis*. 1997;30:579-85.
- Sachdeva M, Ross DW, Shah HH. Renal ultrasound, catheter placement, and kidney biopsy experience of US Nephrology fellows. *Am J Kidney Dis*. 2016;68:187-92.
- Berns JS, O'Neill WC. Performance of procedures by nephrologists and Nephrology fellows at US Nephrology training programs. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008;3:941-7.
- Asif A, Byers P, Vieira CF, Roth D. Developing a comprehensive diagnostic and interventional nephrology program at an academic center. *Am J Kidney Dis*. 2003;42:229-33.
- Rasmussen RL. Establishing an interventional nephrology suite. *Semin Nephrol*. 2002;22:237-41.
- Beathard GA, Litchfield T. Effectiveness and safety of dialysis vascular access procedures performed by interventional nephrologists. *Kidney Int*. 2004;66:1622-32.
- Asif A, Merrill D, Briones P, Roth D, Beathard GA. Hemodialysis vascular access: Percutaneous interventions by nephrologists. *Semin Dial*. 2004;17:528-34.
- Gadallah MF, Pervez A, el-Shahawy MA, Sorrells D, Zibari G, McDonald J, et al. Peritoneoscopic versus surgical placement of peritoneal dialysis catheters: A prospective randomized study on outcome. *Am J Kidney Dis*. 1999;33:118-22.
- Asif A. Peritoneal dialysis access-related procedures by nephrologists. *Semin Dial*. 2004;17:398-406.
- Rivera Gorrin, Correa Gorospe C, Burguera V, Ortiz Chercoles AI, Liaño F, Quereda C. Teaching innovations in ultrasound guided renal biopsy. *Nefrología*. 2016;36:1-4.
- Meola M, Petrucci I. Ultrasound and color Doppler in Nephrology. *Acute kidney injury*. *G Ital Nefrol*. 2012;29:599-615.
- Roca-Tey R, Arcos E, Comas J, Cao H, Tort J, Catalan Renal Registry Committee. Starting hemodialysis with catheter and mortality risk: persistent association in a competing risk analysis. *J Vasc Access*. 2016;17:20-8.
- Ibeas J, Vallespin J. Ecografía del acceso vascular para hemodiálisis: conceptos teóricos y prácticos. *Criterios*. *Nefrología*. 2012;3:21-1535.
- Malik J, Slavikova M, Svobodova J, Tuka V. Regular ultrasonographic screening significantly prolongs patency of PTFE grafts. *Kidney Int*. 2005;67:1554-8.
- Scaffaro LA, Bettio JA, Cavazzola SA, Campos BT, Burmeister JE, Pereira RM, et al. Maintenance of hemodialysis arteriovenous fistulas by an interventional strategy: Clinical and duplex ultrasonographic surveillance followed by transluminal angioplasty. *J Ultrasound Med*. 2009;28:1159-65.
- Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespin J, Moreno T, Monux G, Marti-Monros A, et al. Spanish clinical guidelines on vascular access for haemodialysis. *Nefrología*. 2017;37 Suppl 1:1-191.
- Tuka V, Slavikova M, Krupickova Z, Mokrejsova M, Chytilova E, Malik J. Short-term outcomes of borderline stenoses in vascular accesses with PTFE grafts. *Nephrol Dial Transplant*. 2009;24:3193-7.
- Wiese P, Nonnast-Daniel B. Colour Doppler ultrasound in dialysis access. *Nephrol Dial Transplant*. 2004;19:1956-63.
- Beathard GA, Spergel LM. Hand ischemia associated with dialysis vascular access: An individualized access flow-based approach to therapy. *Semin Dial*. 2013;26:287-314.
- Wijnen E, Keuter XH, Planken NR, van der Sande FM, Tordoir JH, Leunissen KM, et al. The relation between vascular access flow and different types of vascular access with systemic hemodynamics in hemodialysis patients. *Artif Organs*. 2005;29:960-4.
- Agarwal AK. Systemic effects of hemodialysis access. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2015;22:459-65.
- Vaes RH, Tordoir JH, Scheltinga MR. Systemic effects of a high-flow arteriovenous fistula for hemodialysis. *J Vasc Access*. 2014;15:163-8.
- Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Bornstein N, et al. Mannheim carotid intima-media thickness and plaque consensus (2004-2006-2011). An update on behalf of the advisory board of the 3rd, 4th and 5th watching the risk symposia, at the 13th, 15th and 20th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, Brussels, Belgium, 2006, and Hamburg, Germany, 2011. *Cerebrovasc Dis*. 2012;34:290-6.
- Betriu-Bars A, Fernández-Giráldez E. La ecografía carotídea en el diagnóstico precoz de enfermedad arterial ateromatosa en la enfermedad renal crónica. *Nefrología*. 2012;32:7-11.
- Coll B, Betriu A, Martínez-Alonso M, Borràs M, Craver L, Amoedo ML, et al. Cardiovascular risk factors underestimate atherosclerotic burden in chronic kidney disease: Usefulness of non-invasive tests in cardiovascular assessment. *Nephrol Dial Transplant*. 2010;25:3017-25.

28. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, Albus C, Brotons C, Catapano AL, et al. 2016 European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Cerebrovasc Dis.* 2012;34:290-6.
29. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redón J, Zanchetti A, Bo H, et al. 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2016;37:2315-81.
30. Fernández-Friera L, Peñalvo JL, Fernández-Ortiz A, Ibañez B, López-Melgar B, Laclaustra M, et al. Prevalence vascular distribution, and multiterritorial extent of subclinical atherosclerosis in a middle-aged cohort. The PESA (Progression of Early Subclinical Atherosclerosis) study. *Circulation.* 2015;131:2104-13.
31. Siriopol D, Hogas S, Voroneanu L, Onofriescu M, Apetrii M, Oleniuc M, et al. Predicting mortality in haemodialysis patients: A comparison between lung ultrasonography, bioimpedance data and echocardiography parameters. *Nephrol Dial Transplant.* 2013;28:2851-9.
32. Blaivas M. Lung ultrasound in evaluation of pneumonia. *J Ultrasound Med.* 2012;31:823-6.
33. De la Quintana Gordon FB, Alcorta N, Fajardo Pérez M. Ecografía pulmonar básica. Parte 2. Patología parenquimatosa. *Rev Esp Anestesiología Reanim.* 2015;62:337-49.
34. Mallamaci F, Benedetto FA, Tripepi R, Rastelli S, Castellino P, Tripepi G, et al. Detection of pulmonary congestion by chest ultrasound in dialysis patients. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2010;3:586-94.
35. García Fernández MA, Zamorano JL, García Robles JA. Manual de ecocardiografía: Indicaciones e interpretación en la práctica clínica. Editorial EDIMED. 2004, <http://secardiologia.es/images/stories/la-sec/latinoamerica/manual-ecocardiografia.pdf>.
36. Ciozda W, Kedan I, Kehl DW, Zimmer R, Khandwalla R, Kimchi A. The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovasc Ultrasound.* 2015;14:33.
37. Torregrosa JV, Féliz I, Fuster D. Utilidad de las técnicas de imagen en el hiperparatiroidismo secundario. *Nefrología.* 2010;30:158-67.
38. Restrepo C. Ultrasound detection of parathyroid hyperplasia and correlation with clinical and laboratory findings in patients with chronic kidney disease. *Rev Colomb Radiolog.* 2011;22:3341-7.
39. Nakamura M, Fuchinoue S, Teraoka S. Clinical experience with percutaneous ethanol injection therapy in hemodialysis patients with renal hyperparathyroidism. *Am J Kidney Dis.* 2003;42:739-45.
40. Maya ID. Ultrasound/fluoroscopy-assisted placement of peritoneal dialysis catheters. *Semin Dial.* 2007;20:611-5.
41. Díaz-Mancebo R, del Peso-Gilsanz G, Bernabeu D, Bajo-Rubio MA, Selgas-Gutierrez R. Colocación de catéter peritoneal guiado por ecografía. *NefroPlus.* 2015;7:98.
42. Doñate T. Guías de diálisis peritoneal y la práctica diaria. *Nefrología.* 2005;25 Supl 2:33-8.
43. Balaskas EV, Ikonopoulou D, Sioulis A, Dombros N, Kassimatis E, Bamichas G, et al. Survival and complications of 225 catheters used in continuous ambulatory peritoneal dialysis: One-center experience in Northern Greece. *Perit Dial Int.* 1999;19 Suppl 2:S167-71.
44. Díaz-Mancebo R, del Peso-Gilsanz G, Bernabeu D, Bajo-Rubio MA, Selgas-Gutierrez R. Utilidad de la ecografía en el diagnóstico de los problemas mecánicos en pacientes en diálisis peritoneal. *NefroPlus.* 2015;7:99-101.
45. Espósito F, di Serafino M, Ambrosio C, Rita Panico M, Malacario F, Mercogliano C, et al. Chronic peritoneal dialysis in children: the role of ultrasound in the diagnosis of peritoneal catheter obstruction. *J Ultrasound.* 2016;19:191-6.
46. Latic I, Luciano RL, Mian A. Image-guided approach to peritoneal dialysis catheter placement. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2017;20:75-81.
47. Golay V, Trivedi M, Roychowdhary A, Arora P, Sarkar D, Singh A, et al. Ultrasound-guided CAPD catheter insertion. *Perit Dial Int.* 2013;33:454-8.
48. Guz G, Bali M, Poyraz NY, Bagdatoglu O, Yeğin ZA, Doğan I, et al. Gastric emptying in patients on renal replacement therapy. *Ren Fail.* 2004;26:619-24.
49. Darwiche G, Almér LO, Björgell O, Cederholm C, Nilsson P. Measurement of gastric emptying by standardized real-time ultrasonography in healthy subjects and diabetic patients. *J Ultrasound Med.* 1999;18:673-82.
50. Anwar J, Omer Aamir M, Sanaullah, ul Hasnain Imdad Z, Parveen I, Yousaf N. Can ultrasound abdomen help in early diagnosis of diabetes mellitus? An observational study. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2015;27:807-10.
51. Yajima Y, Ohta K, Narui T, Abe R, Suzuki H, Ohtsuki M. Ultrasonographical diagnosis of fatty liver: significance of the liver-kidney contrast. *Tohoku J Exp Med.* 1983;139:43-50.
52. Stephen A, Harrison MD. Liver disease in patients with diabetes mellitus. *J Clin Gastroenterol.* 2006;40:68-76.
53. Registro de glomerulonefritis de la Sociedad Española de Nefrología.
54. KDIGO Clinical Practice for glomerulonephritis. *Kidney International Supplements* 2012;2:8-12.
55. Hergesell O, Felten H, Andrassy K, Kühn K, Ritz E. Safety of ultrasound-guided percutaneous renal biopsy, retrospective analysis of 1090 consecutive cases. *Nephrol Dial Transplant.* 1998;13:975-7.
56. Whittier LW, Kober SM. Timing of complications in percutaneous renal biopsy. *J Am Soc Nephrol.* 2004;15:142-7.
57. Rivera Gorrín M. Biopsia renal ecodirigida. *Nefrología.* 2010;30:490-2.
58. Aydin Z, Gursu M, Uzun S, Karadag S, Tatli E, Sumnu A, et al. Placement of hemodialysis catheters with a technical, functional, and anatomical viewpoint. *Int J Nephrol.* 2012;2012:302826.
59. Rabindranath KS, Kumar E, Shail R, Vaux EC. Ultrasound use for the placement of haemodialysis catheters. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;11:CD005279.
60. Bowen MC, Mone MC, Nelson EW, Scaife CL. Image-guided placement of long-term central venous catheters reduces complications and cost. *Am J Surg.* 2014;208:937-41.
61. Hernández-López J. La enfermería de diálisis con la ecografía en los accesos vasculares para hemodiálisis [consultado 5 Feb 2018]. <http://www.sedyt.org/docs/cursos/comunicaciones-viii-curso-accesos-vasculares/ecografia-accesos-vasculares-dr-hernandez.pdf>.
62. Patel RA, Stern AS, Brown M, Bhatti S. Bedside ultrasonography for arteriovenous fistula cannulation. *Semin Dial.* 2015;28:433-4.
63. Ward F, Faratro R, McQuillan RF. Ultrasound-guided cannulation of the hemodialysis arteriovenous access. *Semin Dial.* 2017;30:319-25.
64. Kamata T, Tomita M, Iehara N. Ultrasound-guided cannulation of hemodialysis access. *Renal Replacement Therapy.* 2016;2:7.
65. Ibeas López J, Vallespín-Aguado J. Ecografía del acceso vascular para hemodiálisis: conceptos teóricos y prácticos. *Criterios. Nefrología.* 2012;3 Supl Ext:21-35.
66. Egan G, Healy D, O'Neill H, Clarke-Moloney M, Grace PA, Walsh SR. Ultrasound guidance for difficult peripheral venous access: Systematic review and meta-analysis. *Emerg Med J.* 2013;30:521-6.

67. Hanafusa N, Noiri E, Nangaku M. Vascular access puncture under ultrasound guidance. *Ther Apher Dial.* 2014;18:213-4.
68. Jiménez Almonacid P. Fístulas arteriovenosas para hemodiálisis. En: Lorenzo V, López Gómez JM (Eds) *Nefrología al Día* [consultado 5 Feb 2018]. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-monografias-nefrologia-dia-articulo-fistulas-arteriovenosas-hemodialisis-38>.
69. Garu Pueyo C, Granados Navarrete I, Moya Mejía C, García Blanco M, Vinuesa García-Ciaño X, Ramírez Vaca J, et al. La punción del acceso vascular en hemodiálisis es una necesidad, el método Buttonhole una opción. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol.* 2011;14:30-6.
70. Hernández López J. Punción con ecografía dirigida de la fístula arteriovenosa dificultosa. *Dial Traspl.* 2011;32:126-7.
71. Marticorena RM, Mills L, Sutherland K, McBride N, Kumar L, Bachynski JC, et al. Development of competencies for the use of bedside ultrasound for assessment and cannulation of hemodialysis vascular access. *CANNT J.* 2015;25:28-32.
72. <http://www.senefro.org/modules.php?name=webstructure&idwebstructure=21>.
73. [http://www.senefro.org/contents/webstructure/Plan\\_estrategico.de.la.S.E.n.pdf](http://www.senefro.org/contents/webstructure/Plan_estrategico.de.la.S.E.n.pdf).