Nefrología al día

Sociedad Española de Nefrología

NEFROLOGÍA INTERVENCIONISTA · ECOGRAFÍA DIAGNÓSTICA

ID NI-003

Ecografía en Nefrología: consideraciones generales

Maite Rivera Gorrín[1], **Rosa Haridian Sosa Barrios**[2]

[1] Editora de Nefrología al Día. Servicio de Nefrología, Ex jefa de sección de la Unidad de Nefrología Diagnóstica e Intervencionista, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid

[2] Servicio de Nefrología, Unidad de Nefrología Diagnóstica e Intervencionista, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid

Actualizado el **13 de noviembre de 2026**

Palabras clave: artefactos ecográficos, Doppler renal, ecografía, ecografía clínica a pie de cama (POCUS), ecografía pulmonar, física de los ultrasonidos, seguridad, VExUS

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Maite Rivera Gorrín, Rosa Haridian Sosa Barrios. Ecografía en Nefrología: consideraciones generales. En: Lorenzo V, López Gómez JM (Eds). Nefrología al día [Internet]. ISSN: 2659-2606. 2026 Disponible en: https://nefrologiaaldia.org/articulo/ecografia-en-nefrologia-consideraciones-generales/

CONTENIDO

Bases físicas de la ecografía 2
Componentes del equipo de ecografía 2
- Transductor o sonda 4
- Unidad de procesamiento 10
- Panel de control 10
- Pantalla 10
- Teclado 10
- Impresora o cámara de fotos 10
- Sistemas de almacenamiento de datos 10

Modos ecográficos 11
- Ajustes del modo B 11
- Ajustes del modo Doppler 12

Terminología: ecogenicidad 15
Artefactos ecográficos 18
- Artefactos en el Modo B 19
- Artefactos en el Modo Doppler 20

Seguridad del paciente y control de infecciones 22
Técnica de exploración 22
Limitaciones de la ecografía 22
Informe ecográfico 23
Mensajes clave 23
Declaración de uso de IA 23
Conflicto de intereses 23
Referencias bibliográficas 24

La utilización de los ultrasonidos para el diagnóstico se denomina ecografía diagnóstica, y se define como el método diagnóstico que se basa en interpretar las imágenes obtenidas mediante el procesamiento de los ecos reflejados por las estructuras corporales estudiadas, al ser atravesadas por ondas ultrasónicas.

En Nefrología, la vertiente intervencionista emplea la ecografía en la canalización de vías centrales, la realización de biopsias renales y canalización de los accesos vasculares, constituyendo la base de lo que se llama Nefrología Diagnóstica e Intervencionista (NDI) [1]. En este capítulo se revisan los fundamentos técnicos comunes a todas las aplicaciones. Los requisitos técnicos mínimos y el marco normativo de la ecografía en Nefrología se recogen en el documento de consenso del Grupo de Nefrología Diagnóstica e Intervencionista (GNDI) de la Sociedad Española de Nefrología (S.E.N.) [2].

Bases físicas de la ecografía

El ultrasonido es una forma de energía mecánica que se transmite a lo largo de un medio elástico en forma de ondas de presión. Su frecuencia se sitúa por encima del umbral de audición humana (>20 kHz), y su propagación genera ciclos alternos de compresión y expansión debido a la vibración de las partículas del tejido o medio que atraviesa. Físicamente, estas ondas quedan definidas por su longitud de onda, amplitud, periodo, frecuencia y velocidad de propagación [3] [4]. En los equipos diagnósticos se emplean frecuencias de 1 a 18 MHz, aproximadamente.

El equipo funciona según el principio de pulso-eco: el transductor emite pulsos breves y recibe los ecos que regresan; la profundidad de cada estructura se calcula a partir del tiempo de retorno, asumiendo una velocidad media del sonido en los tejidos blandos de 1.540 m/s [3]. La cantidad de energía reflejada en una interfase depende de la diferencia de impedancia acústica entre los dos medios: es máxima entre tejido blando y aire o hueso, lo que explica que el gas y las superficies óseas impidan la visualización de lo que hay detrás [3]. Al atravesar los tejidos, el haz pierde energía (atenuación) por absorción, reflexión y dispersión; la atenuación aumenta con la frecuencia, de modo que a mayor frecuencia, menor penetración, pero mejor resolución axial [3] [5]. La resolución axial (capacidad de distinguir dos puntos situados en la dirección del haz) depende de la longitud del pulso, y la lateral, de la anchura del haz, que es mínima en la zona focal [5].

El efecto Doppler es el cambio de frecuencia que experimenta el eco reflejado por un objeto en movimiento, en este caso los hematíes. Este desplazamiento de frecuencia es proporcional a la velocidad del flujo y al coseno del ángulo formado por el haz y la dirección del flujo, por lo que el ángulo de insonación condiciona la exactitud de la velocidad calculada [3].

Componentes del equipo de ecografía

Para realizar ecografías necesitamos un equipo de ultrasonidos cuyos componentes son (Figura 1, Figura 2):

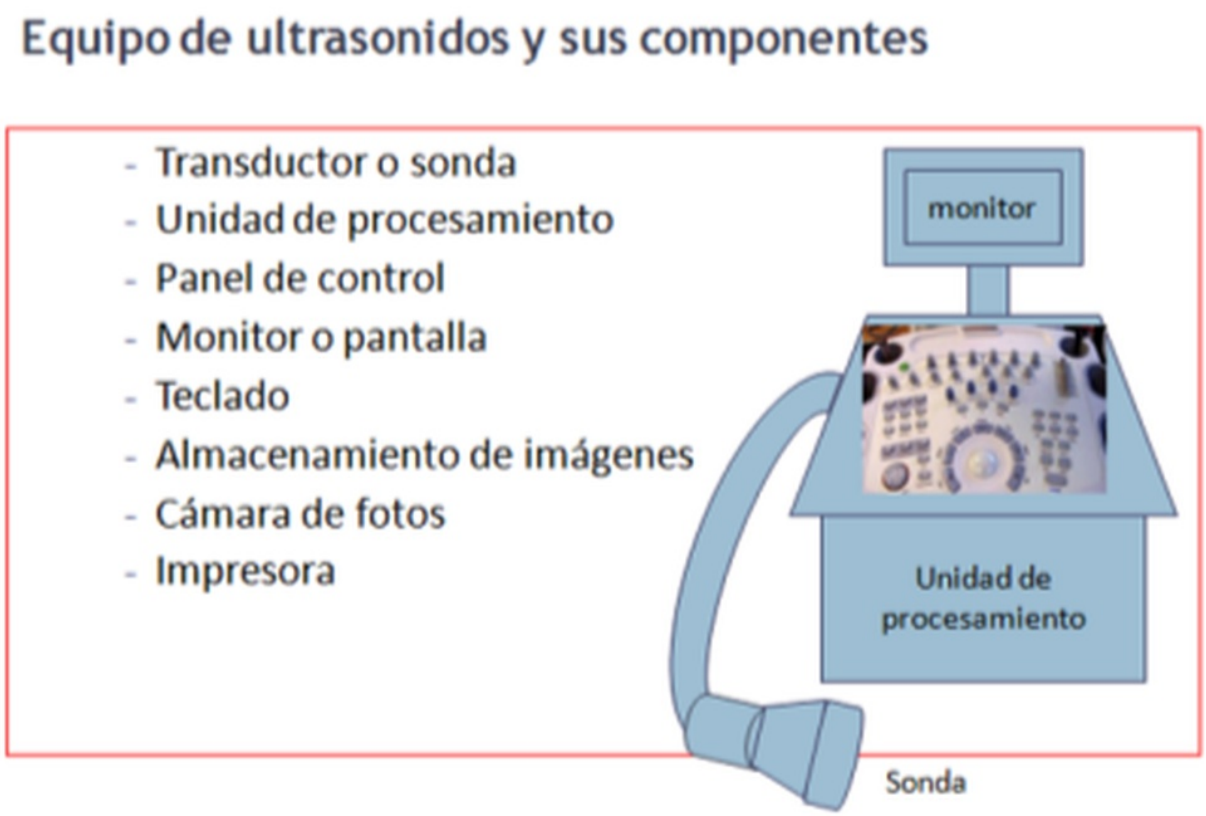


Figura 1. Componentes del equipo de ecografía.

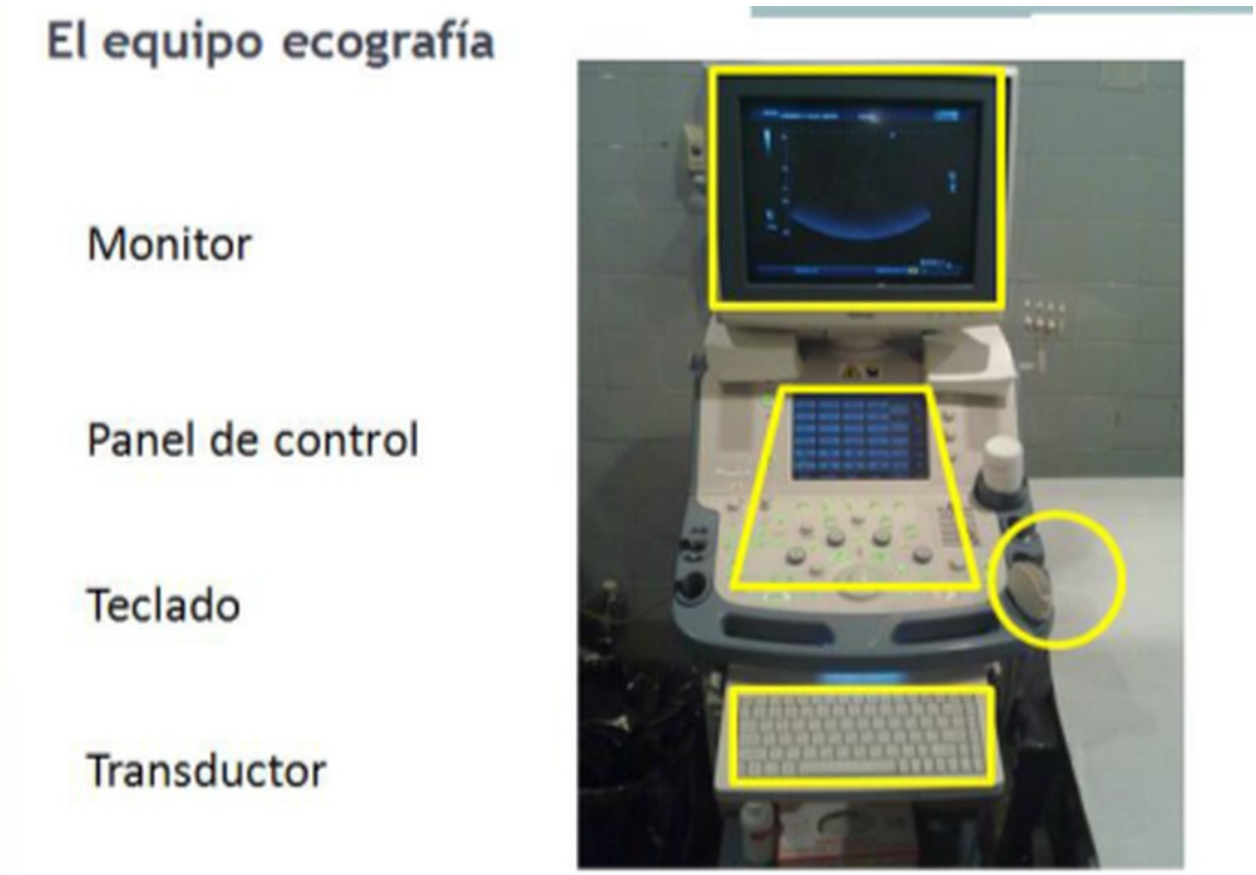


Figura 2. Equipo de ecografía: monitor, panel de control, teclado y transductor.

1. Transductor o sonda
2. Unidad de procesamiento
3. Panel de control
4. Pantalla o monitor
5. Teclado
6. Impresora o cámara de fotos
7. Sistemas de almacenamiento de datos

Los ecógrafos portátiles y ultraportátiles, inalámbricos o no integran estos elementos en un dispositivo compacto o en una sonda conectada a una tableta o a un teléfono, lo que ha facilitado la ecografía clínica a pie de cama (POCUS, del inglés *point-of-care ultrasound*) [6].

Transductor o sonda

Es el elemento que genera, envía y recibe los ultrasonidos. Independientemente del tipo, una sonda ecográfica se compone de carcasa, huella y cable de transmisión (Fig 7). La carcasa protege el material piezoeléctrico (tradicionalmente cristales de cuarzo, aunque los transductores actuales utilizan cerámicas piezoeléctricas sintéticas o materiales compuestos) que transforman la energía eléctrica en ultrasonidos. La carcasa se encuentra sellada mediante una lámina de caucho o silicona RTV, conocida como huella, que garantiza la estanqueidad y es la que contacta con el paciente. El sistema se completa con el cable conductor, responsable de la transmisión de las señales eléctricas. [3].

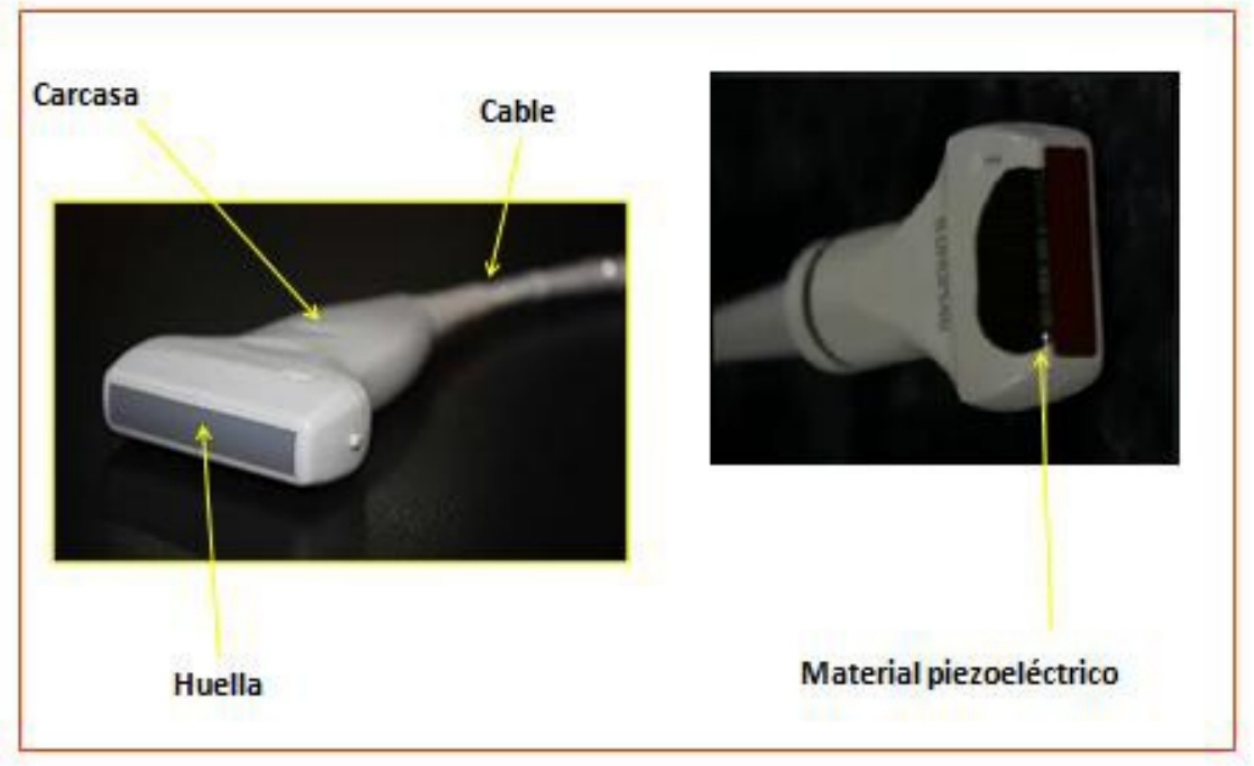


Figura 7. Componentes de una sonda ecográfica. La «huella» corresponde a la superficie de contacto (lente acústica).

En el mercado existen diversos tipos de sondas ecográficas. Se clasifican:

a.- Según la forma del sector en lineales, trapezoidales, sectoriales y curvilíneas.

b.- Según la invasividad: transcutáneos, intracavitarios o intravasculares.

c.- Según su frecuencia: monofrecuencia, multifrecuencia, ultrabanda o fusión.

Transductores usados en Nefrología

La sonda lineal presenta un borde recto (Figura 3). La imagen que proporciona en el monitor tiene forma rectangular (Figura 4). Su frecuencia es alta (entre 5 y 15 MHz) y es apropiada para el estudio de estructuras superficiales, en general de menos de 8 cm de profundidad (vasos del cuello, acceso vascular para diálisis...). Los hay de varios tamaños para las distintas exploraciones.



Figura 3. Sonda lineal.

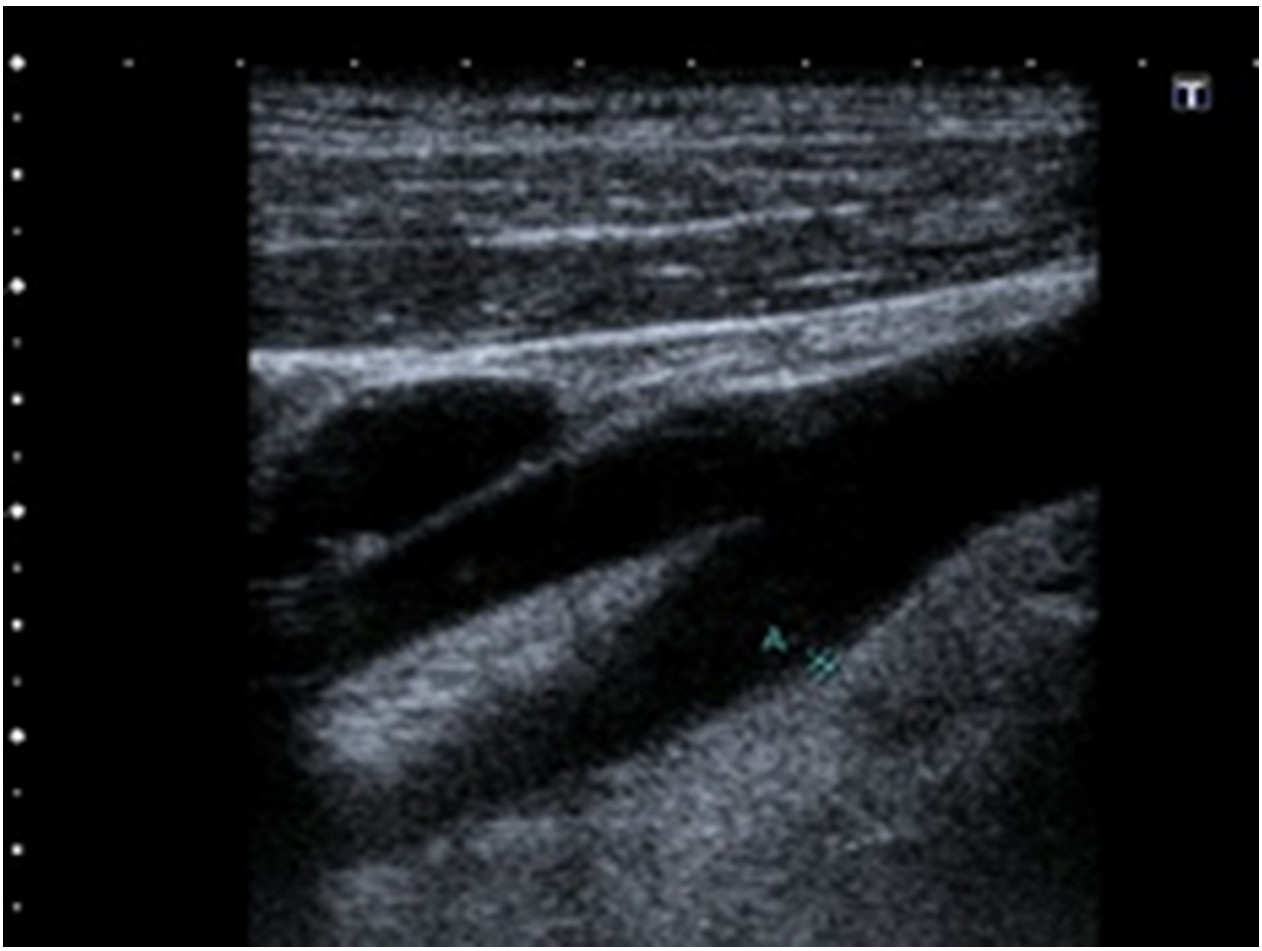


Figura 4. Imagen rectangular obtenida con sonda lineal.

La sonda convexa tiene su extremo curvo y la imagen que aparece en el monitor tiene forma trapezoidal. Son sondas de baja frecuencia (entre 2 y 5 MHz) y se utilizan para el estudio de estructuras profundas, como por ejemplo los riñones Figura 5, Figura 6).



Figura 5. Sonda convexa.

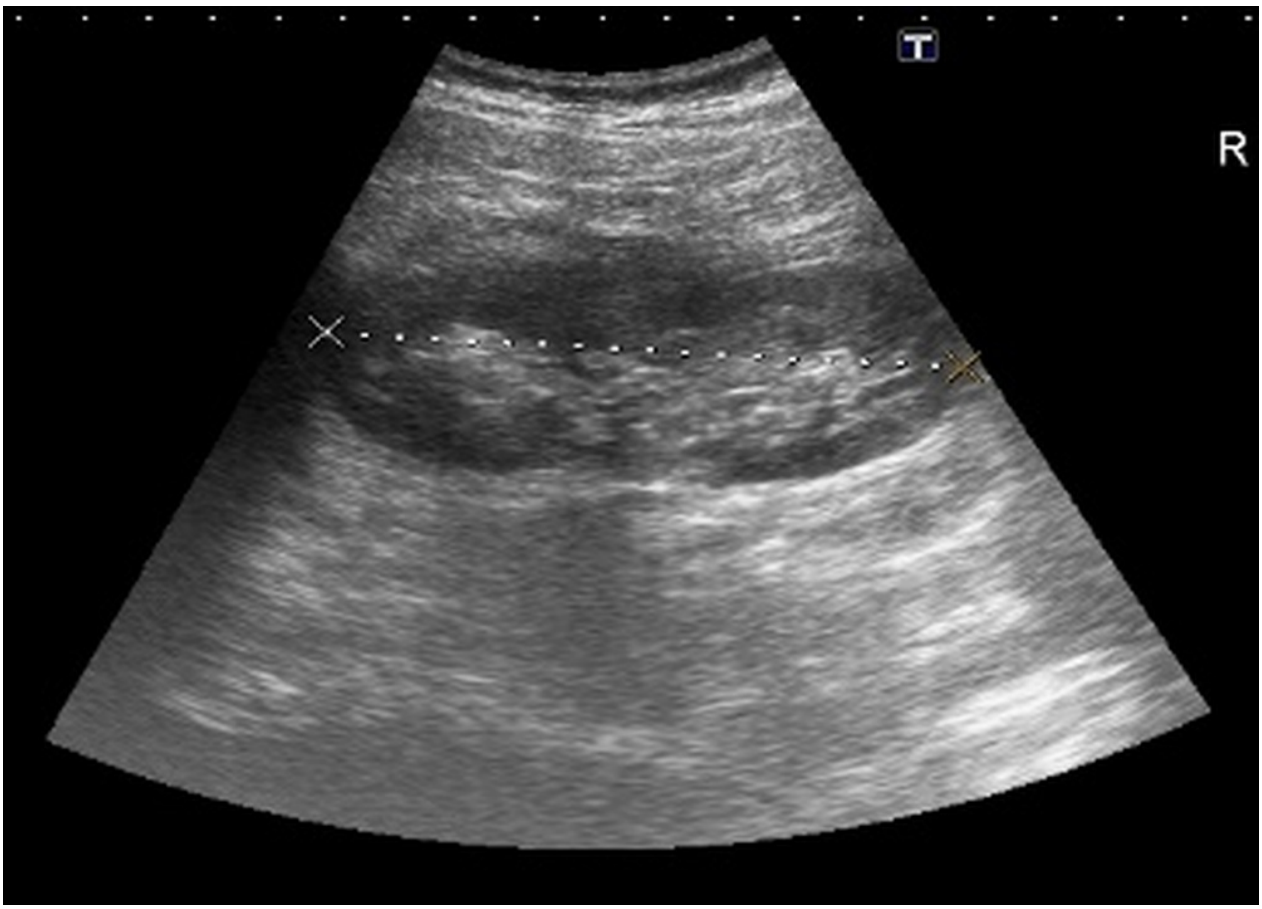


Figura 6. Imagen trapezoidal obtenida con sonda convexa (riñón).

La sonda sectorial (*phased array*) tiene una superficie de contacto pequeña que permite explorar a través de los espacios intercostales y genera una imagen en abanico a partir de un vértice; trabaja a baja frecuencia y es la de elección para la ecocardioscopia básica y es útil para el estudio de la vena cava inferior (VCI), el Doppler venoso abdominal y la ecografía pulmonar [6] [7] (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de sonda y aplicaciones en Nefrología. Los rangos de frecuencia son orientativos y varían según el fabricante. DP: diálisis peritoneal; FAV: fístula arteriovenosa; VCI: vena cava inferior; VExUS: *venous excess ultrasound* (ecografía de exceso venoso).

Sonda	Frecuencia y penetración	Formato de imagen	Aplicaciones en Nefrología
Lineal	Alta (≈5-15 MHz); estructuras superficiales (< 8 cm)	Rectangular	Acceso vascular (mapeo previo y estudio de la FAV), canalización venosa central ecoguiada, orificio y túnel del catéter de DP, línea pleural
Convexa	Baja (≈2-5 MHz); estructuras profundas	Trapezoidal (sector curvo)	Riñón nativo, injerto renal, vejiga, biopsia renal, VCI y Doppler venoso abdominal, ecografía pulmonar
Sectorial (phased array)	Baja; acceso por ventanas intercostales	Abanico desde un vértice	Ecocardioscopia básica, VCI, Doppler venoso (VExUS), ecografía pulmonar

Elección del transductor

El tipo de sonda está íntimamente relacionado con la frecuencia de emisión de ultrasonidos, por lo que la elección del transductor la realizaremos en función de la zona anatómica y la profundidad del órgano a explorar. Como regla general, a mayor frecuencia del transductor, menor penetración de los ultrasonidos en el tejido y viceversa. Por ello, elegiremos un transductor lineal de alta frecuencia para el estudio de estructuras superficiales como los vasos del cuello y los vasos del brazo (p. ej., en el mapeo previo a la realización de la fístula arteriovenosa (FAV) y el estudio de la propia fístula). También usaremos estos transductores para el estudio de los problemas del orificio-túnel del catéter de diálisis peritoneal. Para el estudio de estructuras más profundas, como los riñones propios o el trasplante renal, usaremos un transductor convexo de baja frecuencia, y para la valoración cardiaca y venosa central, preferentemente un transductor sectorial [6] [7].

Unidad de procesamiento

Es la parte del ecógrafo que hace todos los cálculos con la información enviada por el transductor desde las estructuras estudiadas.

Panel de control

El panel de control, físico o táctil, permite modificar los parámetros de los ultrasonidos emitidos por el transductor (frecuencia, potencia, ganancia, profundidad, foco, etc.). Es importante conocer los controles y las funciones del equipo para sacarle el máximo rendimiento.

Pantalla

El monitor del ecógrafo funciona como la pantalla de un televisor, encargada de proyectar las imágenes obtenidas durante el estudio ultrasónico, a tiempo real, generadas por la unidad de procesamiento.

Teclado

Es un teclado similar al de los ordenadores. Permite introducir los datos del paciente, anotaciones y mediciones. Algunos equipos modernos tienen pantallas táctiles que sustituyen al teclado.

Impresora o cámara de fotos

La imagen se puede imprimir en papel, en blanco y negro o a color, para adjuntar al informe. En la actualidad la mayoría de las cámaras imprimen en papel termosensible la imagen obtenida. Sin embargo, en la era digital y con la historia clínica electrónica, ya casi no es necesario imprimir las imágenes, ya que se pueden exportar en formato jpeg o similar.

Sistemas de almacenamiento de datos

El equipo almacena imágenes y secuencias de vídeo. Lo recomendable es integrarlo en el sistema de archivo y comunicación de imágenes del centro de trabajo (PACS, del inglés *picture archiving and communication system*) en formato DICOM (*digital imaging and communica-*

tions in medicine). En España y Europa, la legislación recomienda evitar o restringir la extracción de estudios en soportes extraíbles (CD, memorias USB), porque compromete la confidencialidad exigida por el Reglamento (UE) 2016/679 y la Ley Orgánica 3/2018 [8] [9]. Las imágenes destinadas a docencia o publicación deben anonimizarse por completo, eliminando nombre, número de historia y fecha.

Ya que la ecografía es un estudio que gana en valor cuando se compara con estudios previos (p. ej., en el manejo del trasplante renal), es muy conveniente que guardemos las imágenes de los pacientes, no sólo con fines asistenciales, sino también de cara a impartir docencia o realizar investigación clínica, con las garantías anteriores.

Modos ecográficos

Los modos ecográficos son: modo B, modo M y modo Doppler (color, pulsado y *power*). Los modos B y Doppler son la base de la ecografía renal. El modo M representa el movimiento de las estructuras situadas a lo largo de una línea en función del tiempo; además de en ecocardiografía, en Nefrología se emplea para valorar la variación respiratoria del diámetro de la VCI y en ecografía pulmonar [6].

Ajustes del modo B

El modo B permite el estudio morfológico del órgano o tejido a estudiar [3]. Con él podemos medir diámetros, áreas y volúmenes (p. ej., tamaño renal o diámetro de la aorta abdominal) o diagnosticar patología mediante la presencia de imágenes significativas (p. ej., litiasis renal o ateromatosis aórtica). Los controles más importantes para el modo B son:

–*Trackball* o bola: sirve para hacer mediciones en la pantalla (p. ej., el tamaño renal). En algunos equipos sirve también para reproducir hacia atrás los últimos 30-60 segundos de la exploración y así poder revisarla.

–*Freeze*: botón de congelación o parada de la imagen que pulsaremos cuando hayamos obtenido la imagen adecuada.

-Ganancia global: amplifica globalmente los ecos recibidos independientemente de la profundidad de la que procedan. Una ganancia excesiva satura la imagen y reduce el contraste, por lo que hay que trabajar con la mínima ganancia posible que nos permita obtener una imagen correcta de cada interfase.

-Ganancia por planos o compensación de ganancia en profundidad (TGC, del inglés *time gain compensation*): compensa la atenuación amplificando de forma independiente, los ecos que se reciben de cada plano. Con este control podemos elegir la ganancia que deseamos en cada plano en profundidad para conseguir una imagen homogénea.

-Profundidad: Debe ajustarse a la profundidad en función del órgano o estructura a estudiar de manera que ésta quede en el centro de la imagen sin perder las estructuras posteriores de interés.

-Posición focal o foco: nos permite enfocar el punto que queremos ver con más detalle; debe situarse a la altura de la estructura de interés [3] [5].

-Frecuencia, imagen armónica y *compound*: la mayoría de los equipos permiten seleccionar la frecuencia dentro del ancho de banda de la sonda. La imagen armónica tisular y la imagen compuesta espacial (*compound*) mejoran el contraste y reducen el ruido granular (moteado o *speckle*), aunque pueden atenuar algunos artefactos útiles [3] [5].

Ajustes del modo Doppler

El Doppler es un modo ecográfico mediante el cual podremos medir velocidades y flujos vasculares en el estudio de órganos como el riñón o en el estudio de los propios vasos (p. ej., carótida, fístula arteriovenosa o aorta abdominal). Existen tres modalidades de Doppler, que exponemos a continuación [10] [11] [12] [13] [14].

Doppler color (cualitativo y semicuantitativo)

El Doppler color superpone un mapa de velocidad media del flujo a la imagen en modo B. El color indica el sentido del flujo respecto al transductor, no la naturaleza (arterial o venosa) del vaso: habitualmente, el flujo hacia la sonda se codifica en rojo y el que se aleja, en azul. Debido a que la escala es invertible, es imprescindible comprobar siempre la barra de color lateral [10] [14].

Dentro de los fenómenos y ajustes principales del Doppler color destacan:

- ***Aliasing*:** Artefacto de muestreo producido cuando el desplazamiento de frecuencia Doppler supera el límite de Nyquist (la mitad de la frecuencia de repetición de pulsos o PRF). Visualmente, el color se invierte de forma abrupta en las zonas de máxima velocidad, mostrando un patrón en mosaico (Figura 8). No es sinónimo de turbulencia, aunque pueden coexistir. Se corrige elevando la PRF, desplazando la línea basal o utilizando una sonda de menor frecuencia [10] [13] [15].
- **Ganancia de color:** Debe ajustarse al nivel máximo posible antes de que se genere ruido de fondo.
- **Filtro de pared:** Herramienta para eliminar las señales espurias de baja velocidad.
- **Caja de color:** El tamaño del cuadro de interés; un área mayor reduce la frecuencia de cuadro (*frame rate*) y disminuye la resolución temporal [15].

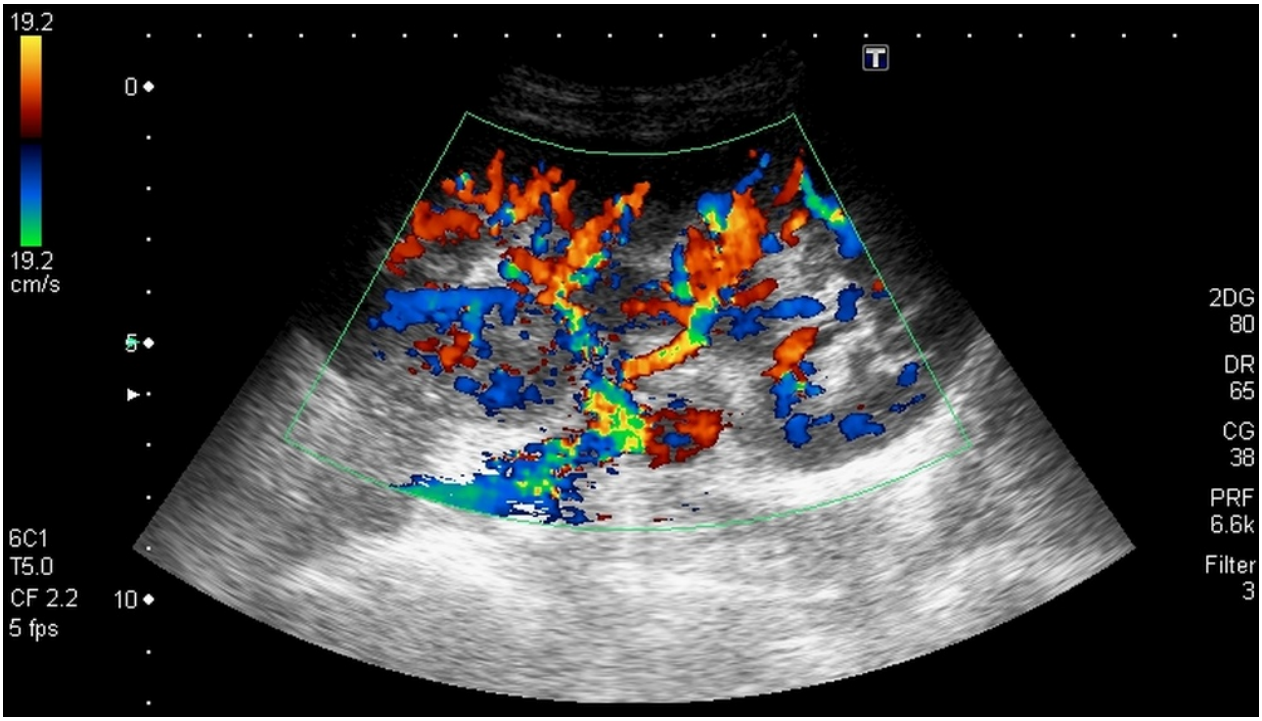


Figura 8. Doppler color renal con fenómeno de aliasing: inversión del color y patrón en mosaico en las zonas de mayor velocidad.

Doppler pulsado (cualitativo y cuantitativo)

Cualitativo: nos informa de la presencia de flujo y de su sentido (los registros por encima de la línea basal representan flujo hacia el transductor, sea arterial o venoso). La morfología de la curva también es informativa (p.ej. la inversión del flujo diastólico en las arterias intrarrenales sugiere trombosis venosa, aunque no es un signo patognomónico.

-Cuantitativo: con el Doppler pulsado podemos obtener el registro gráfico de la onda de pulso o registro espectral del vaso estudiado. Para obtener un buen registro es necesario conocer los siguientes elementos y usarlos adecuadamente:

- *Volumen de muestra*: debe situarse en lo posible en la parte más central del vaso y su tamaño debe ajustarse al calibre de éste.
- *Ángulo de estudio*: el ángulo de insonación Doppler, formado entre el haz de ultrasonidos y la estructura en movimiento (hematíes), debe ser inferior a 60º para que la velocidad medida sea fiable, siendo lo ideal, entre 30º y 60º (Figura 9). El cursor de corrección de ángulo debe alinearse con el eje del vaso o lo que es lo mismo con la dirección del flujo. El índice de resistencia, el índice de pulsatilidad y el tiempo de aceleración no dependen del ángulo, pero las velocidades absolutas y la aceleración sí [10].
- *Frecuencia de repetición de pulsos (PRF):* indica el número de pulsos de ultrasonidos emitidos en un tiempo determinado. La PRF debe ser modificada en función de la velocidad y profundidad del vaso a estudiar (a cada pulso emitido debe darle tiempo de llegar al reflector y volver a la sonda). Cuanto mayor sea la velocidad del flujo estudiado, mayor debe ser la PRF, y viceversa. Asimismo, a mayor profundidad del vaso estudiado, menor será la PRF máxima alcanzable.

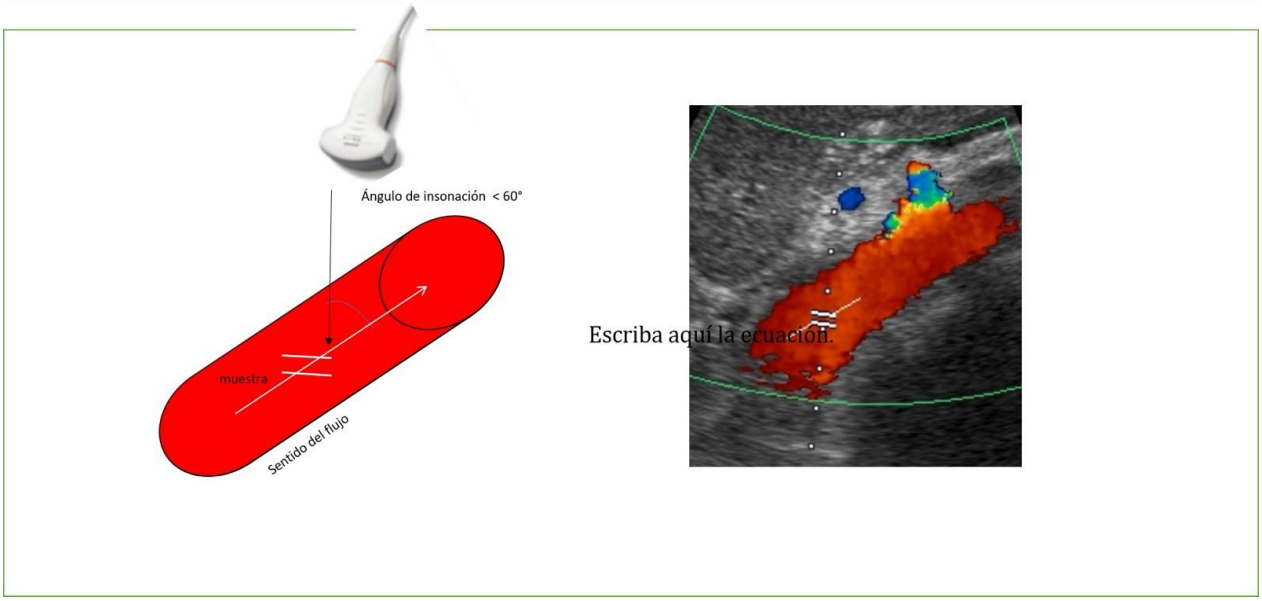


Figura 9. Ángulo de insonación Doppler y volumen de muestra. Izquierda: esquema original; el ángulo θ entre el haz y la dirección del flujo debe ser ≤ 60°. Derecha: imagen clínica con el volumen de muestra y el cursor de corrección de ángulo.

En el registro espectral podremos medir los siguientes parámetros cuyo significado depende del vaso en el que se obtienen (Tabla 2). Presentamos los valores normales del Doppler renal y sus vasos.

Tabla 2. Parámetros del Doppler arterial renal. Los umbrales varían entre series y deben interpretarse en conjunto. E: especificidad; IP: índice de pulsatilidad; IR: índice de resistencia; S: sensibilidad; VPS: velocidad pico sistólica.

Parámetro	Dónde se mide	Valor de referencia o umbral	Interpretación
VPS	Arteria renal principal (origen y trayecto)	> 180-200 cm/s	Sugiere estenosis > 50 % (S y E del 85-90 %) [16]
Cociente renal-aórtico	VPS renal / VPS aórtica	≥ 3,5	Apoya estenosis significativa [17]
Tiempo de aceleración	Arterias segmentarias o interlobares	≥ 70 ms	Patrón parvus-tardus por estenosis proximal [17]
IR	Arterias arcuatas o interlobares (≥ 3 ondas)	0,60 ± 0,01; límite superior habitual 0,70	Aumenta con la edad, la rigidez arterial y el daño parenquimatoso; un IR bajo con onda amortiguada sugiere estenosis proximal [18] [19]
IP	Arterias intrarrenales	Calculado por el equipo	Información complementaria al IR; mismas limitaciones [10]

Arteria renal principal e hilio:

- Velocidad pico sistólica (VPS): En la arteria renal principal, una velocidad pico sistólica (VPS) superior a 180-200 cm/s detecta estenosis superiores al 50 % con una sensibilidad y especificidad del 85-90 % en la mayoría de los estudios [16] se complementa con el cociente entre la VPS renal y la aórtica (≥ 3,5).

Vasos intrarrenales:

- Aceleración: Valor normal >300 cm/s².
- Tiempo de aceleración: (< 70 ms) [17].
- Índice de Resistencia (IR): calculado como (VPS – velocidad telediastólica)/VPS, se mide en arterias arcuatas o interlobares a partir de al menos tres ondas reproducibles; se considera normal un valor de 0,60 ± 0,01, con 0,70 como límite superior habitual [18]. Sus valores de referencia varían con el sexo, la edad, la presión arterial, la frecuencia cardiaca y el índice de masa corporal [19], y un IR bajo con onda amortiguada (*parvus-tardus*) sugiere una estenosis proximal. La Figura 10 muestra un registro intrarrenal normal de baja resistencia.

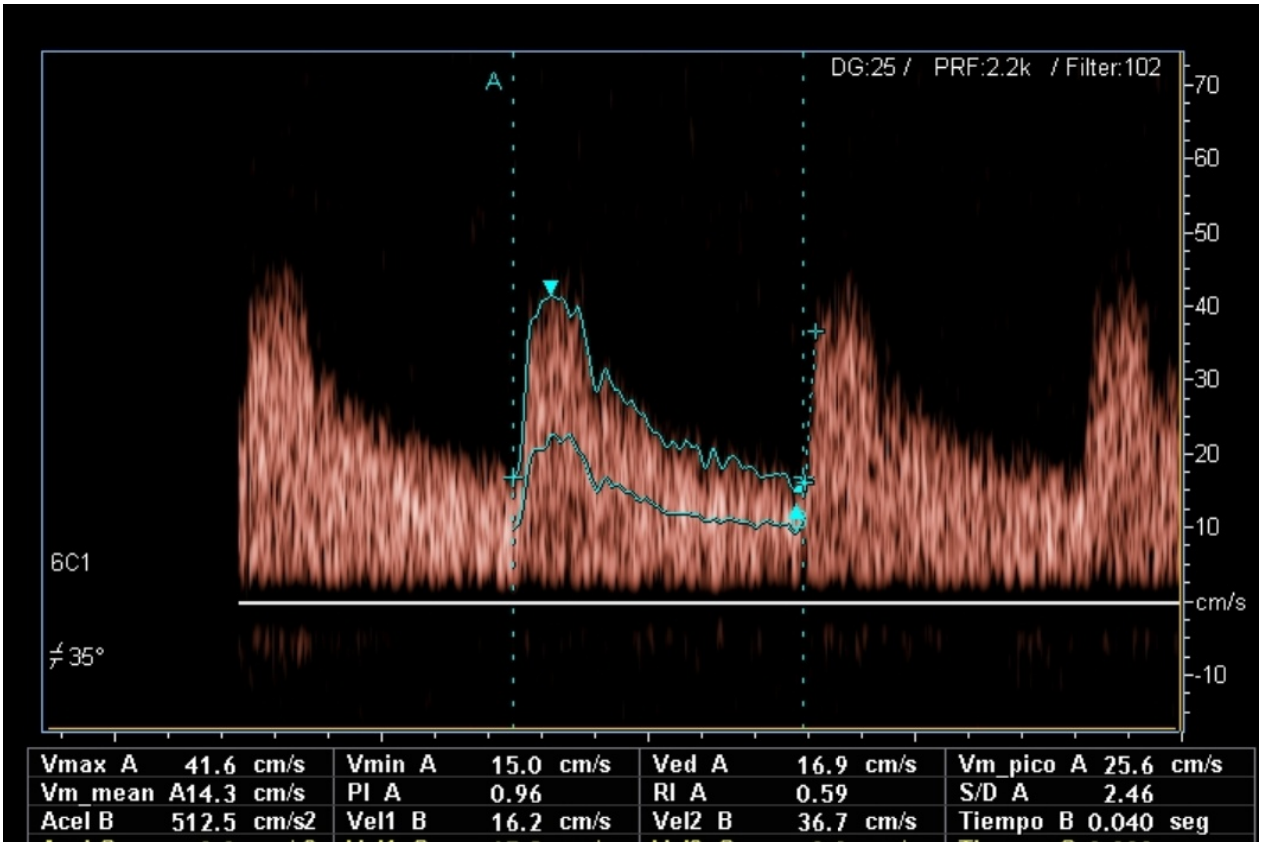


Figura 10. Registro espectral bifásico de una arteria visceral y medidas de velocidad e índice de resistencia (IR).

Power Doppler (cualitativo)

También llamado Doppler de potencia o de energía: codifica la intensidad de la señal Doppler, habitualmente en una escala de color única, y en su forma convencional no informa del sentido del flujo. Es más sensible que el Doppler color para flujos lentos y menos dependiente del ángulo, pero más sensible a los artefactos de movimiento [12] [14].

Terminología: ecogenicidad

La ecogenicidad se describe siempre en relación con un tejido de referencia; en el riñón, la de la cortical se compara habitualmente con la del hígado y el bazo [20] [21] [22]:

-Anecoicas: Se producen cuando el haz de ultrasonido atraviesa un medio sin interfases reflectantes en su interior. Da una imagen en negro (Figura 11).

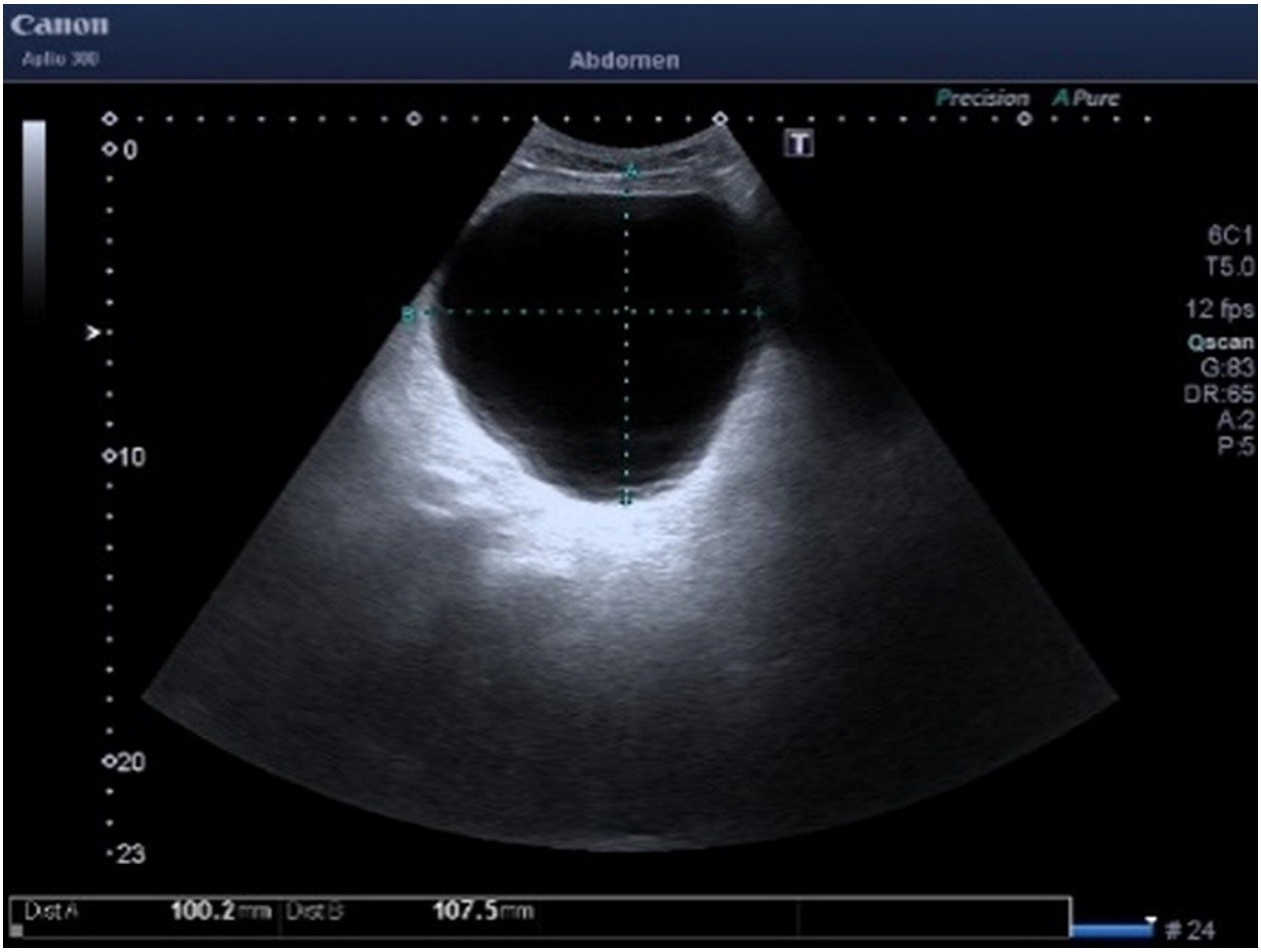


Figura 11. Imagen anecoica (vejiga con mediciones).

-Hipoecoicas: Se producen cuando en el interior de la estructura anormal existen interfases de menor ecogenicidad o en menor número que en la estructura normal que la circunda (Figura 12).



Figura 12. Imagen hipoecoica (menos ecogénica que el tejido circundante).

-Hiperecoicas: Se producen cuando en el interior de esa estructura existen interfases muy ecogénicas o con más ecos que el parénquima normal que la circunda. Figura 13).

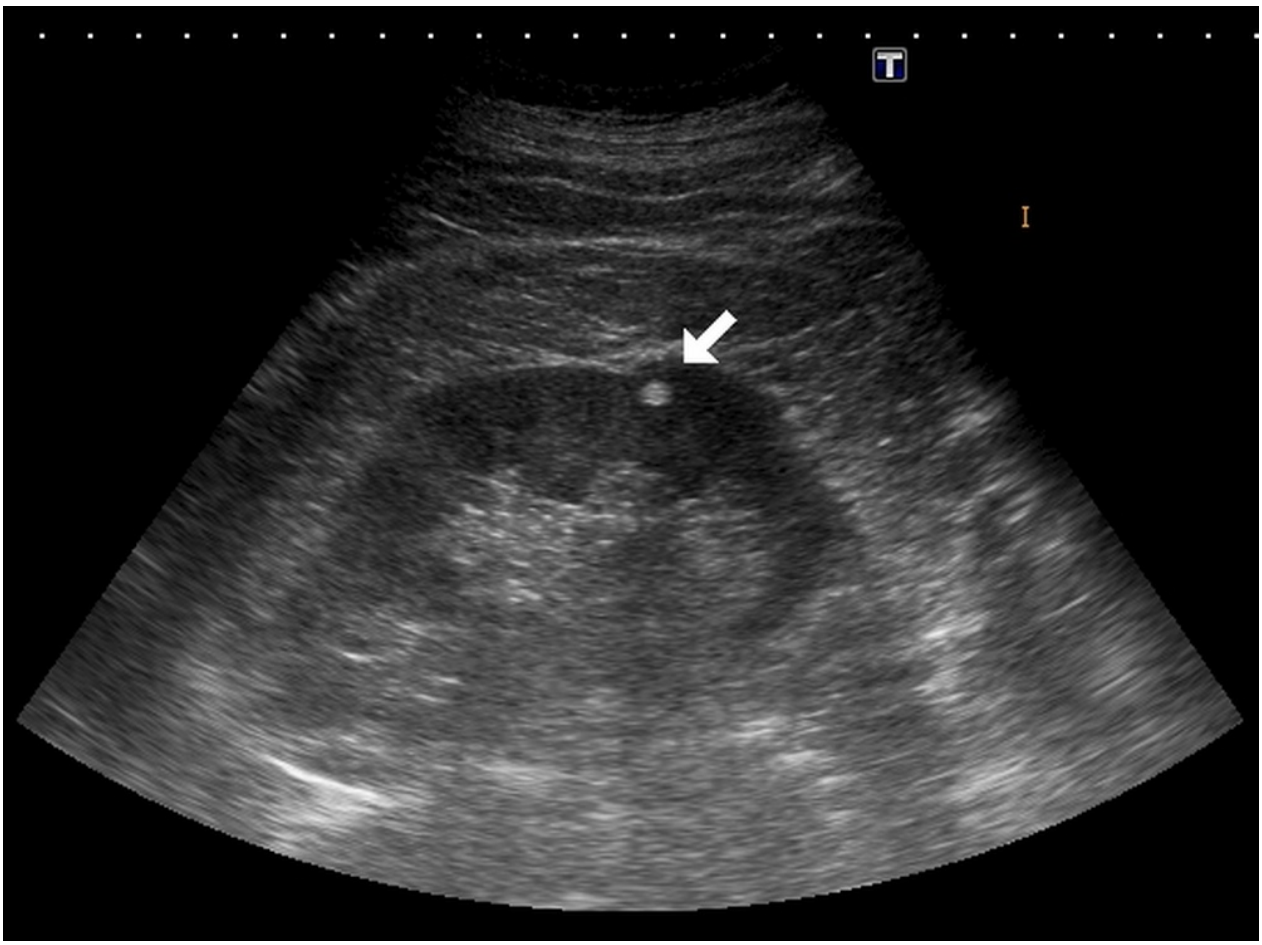


Figura 13. Imagen redondeada hiperecoica (más ecogénica que el tejido circundante).

-Isoecoicas: la imagen estudiada tiene la misma ecogenicidad que el tejido circundante, lo que la hace de difícil su distinción del mismo.

Artefactos ecográficos

Tanto en el modo B como en el Doppler aparecen artefactos que son alteraciones de la imagen que pueden inducir a error, pero, bien interpretadas, son de gran ayuda en el diagnóstico [5] [23] (Tabla 3).

Tabla 3. Artefactos ecográficos más relevantes en Nefrología. PRF: frecuencia de repetición de pulsos.

Artefacto	Modo	Mecanismo	Utilidad o riesgo de error
Refuerzo acústico posterior	B	Menor atenuación del haz al atravesar líquido	Confirma contenido líquido (quiste, vejiga)
Sombra acústica posterior	B	Reflexión o absorción casi total (hueso, cálculo)	Apoya el diagnóstico de litiasis
Reverberación (líneas A, cola de cometa)	B	Reflexiones repetidas entre superficies muy reflectantes	Base de la ecografía pulmonar; puede simular estructuras
Líneas B	B	Artefacto vertical desde la línea pleural por engrosamiento septal	Marcador de agua extravascular pulmonar; no específico
Imagen en espejo	B y Doppler	Reflexión en una superficie muy reflectante (diafragma)	Puede simular estructuras o vasos duplicados
Aliasing	Doppler	Desplazamiento Doppler mayor que la mitad de la PRF (límite de Nyquist)	Identifica zonas de alta velocidad; puede inducir a error sobre el sentido del flujo
Centelleo (twinkling)	Doppler color o power	Señal de color tras superficies rugosas y muy reflectantes	Identifica litiasis; el espectro muestra ruido, no flujo
Flash (movimiento)	Doppler color o power	Movimiento del paciente, de la sonda o de los órganos	Puede simular flujo

Artefactos en el Modo B

- Refuerzo acústico posterior: aumento de la ecogenicidad tras una estructura que atenúa poco el haz de ultrasonidos, como los quistes y estructuras con contenido líquido (vejiga, vesícula) (Figura 14).
- Sombra acústica posterior: zona sin ecos que aparece detrás de estructuras que reflejan o absorben casi todos los ultrasonidos, como el hueso o la litiasis. En la imagen veremos una zona oscura detrás de una estructura hiperecogénica (Figura 15).
- Artefactos de reverberación: ecos repetidos entre dos superficies muy reflectantes. Las líneas A de la ecografía pulmonar son un ejemplo; la cola de cometa, de corto recorrido, se produce en pequeños reflectores intensos (metal, cristales de colesterol, gas) [23].

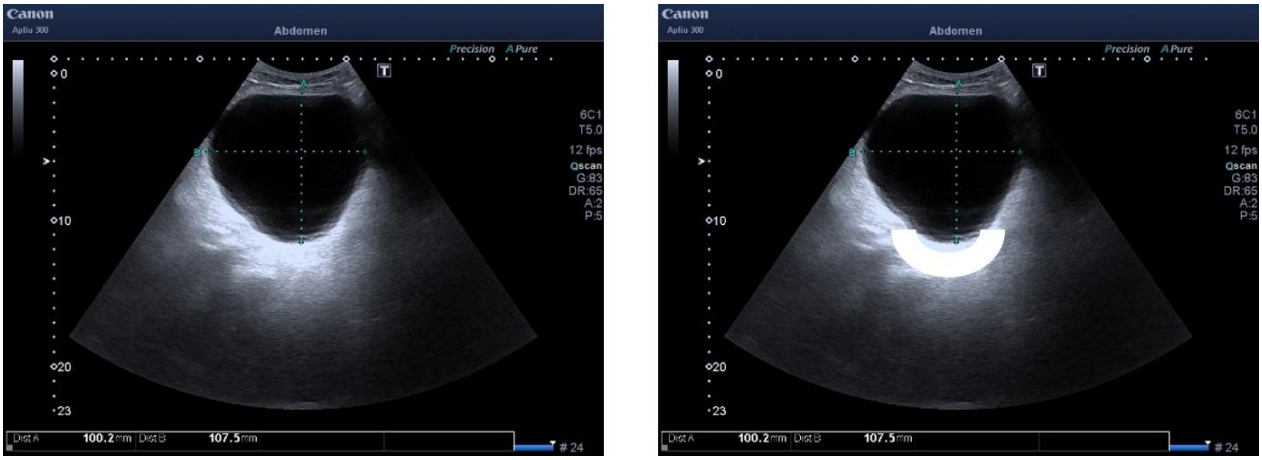


Figura 14. Refuerzo acústico posterior por detrás de la vejiga llena (semicírculo blanco).

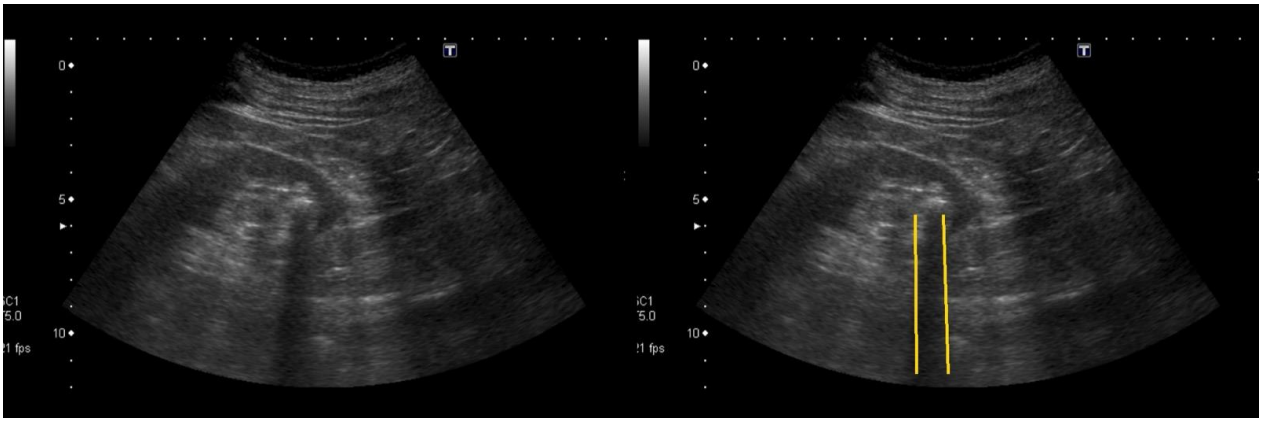


Figura 15. Sombra acústica posterior de una litiasis renal. Derecha: las líneas amarillas delimitan la sombra.

Artefactos en el Modo Doppler

- Artefacto de centelleo (*twinkling*), también descrito como cola de cometa en color: señal de color en mosaico, rápidamente cambiante, por detrás de una superficie rugosa y muy reflectante, como una litiasis (Figura 16). En el análisis espectral muestra ruido y no una onda de flujo [12]. Es útil para identificar cálculos: en un metaanálisis de 16 estudios con 4.572 pacientes, su sensibilidad fue de 0,86 y su especificidad de 0,92 para urolitiasis [24].
- Otros artefactos Doppler relevantes son: el *aliasing* (véase más arriba), la imagen en espejo y los artefactos por movimiento (*flash*) [12] [14].

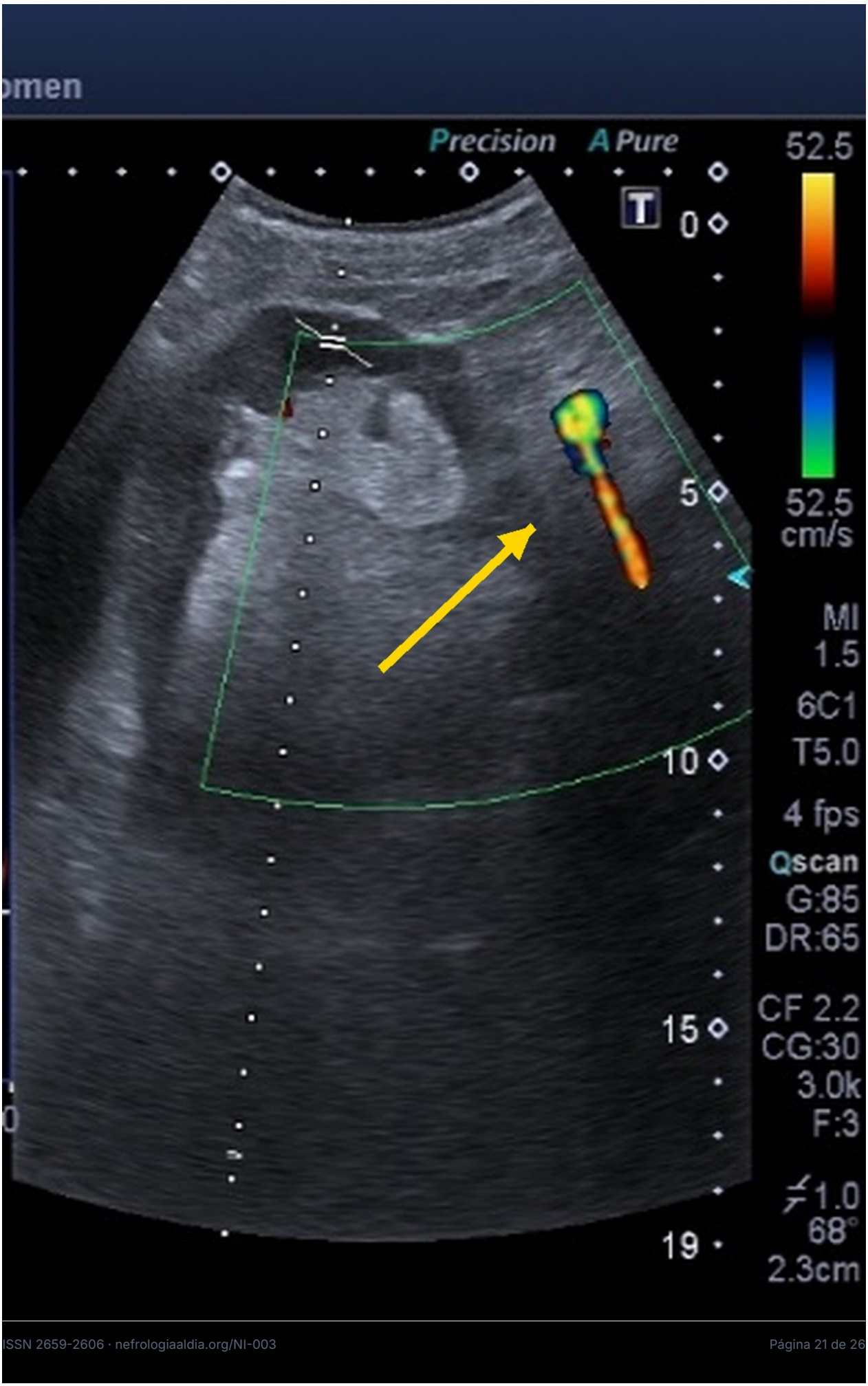

omen
Precision A Pure
T
0
5
10
15
19
52.5
52.5
cm/s
MI
1.5
6C1
T5.0
4 fps
Qscan
G:85
DR:65
CF 2.2
CG:30
3.0k
F:3
1.0
68°
2.3cm

Figura 16. Cola de Cometa (flecha) en Doppler color.

Seguridad del paciente y control de infecciones

Los ultrasonidos diagnósticos producen calentamiento, cambios de presión y efectos mecánicos en los tejidos. El índice térmico (TI) y el índice mecánico (MI) aparecen en la pantalla para orientar sobre el riesgo de efectos térmicos y no térmicos, y deben mantenerse tan bajos como sea razonablemente posible (principio ALARA, del inglés *as low as reasonably achievable*) sin comprometer el valor diagnóstico [25]. Los modos Doppler pueden producir más calentamiento tisular que el modo B, por lo que conviene limitar su duración a lo necesario [25].

Las sondas externas que contactan con piel íntegra requieren limpieza y desinfección de bajo nivel entre pacientes, siguiendo las instrucciones del fabricante; si contactan con piel no íntegra o contaminada, deben cubrirse con una funda y gel estériles [26] igual que en los procedimientos intervencionistas.

Invitamos al lector a ampliar la información mediante la lectura del capítulo sobre ecografía en pacientes con infección respiratoria de esta misma obra [27]

Técnica de exploración

Cada estructura u órgano a estudiar requiere una técnica exploratoria distinta que se verá en el capítulo correspondiente. Como convención general, la marca de la sonda se orienta hacia la cabeza del paciente en los cortes longitudinales y hacia su derecha en los transversales, y corresponde a la marca de la pantalla; cada estructura debe estudiarse al menos en dos planos ortogonales [6] [7].

Como norma general, no es necesario el ayuno para la ecografía renal en modo B. En el caso del Doppler de riñones nativos sí conviene que el paciente esté en ayunas, dado que la actividad intestinal y los gases dificultan la adecuada visualización de la arteria renal. Si vamos a estudiar la vejiga, esta debe estar llena, por lo que el paciente habrá bebido por lo menos 1 litro la hora antes de la exploración y no debe haber vaciado su vejiga.

El paciente que mejor colabora es aquel que está informado y confiado. Por ello, nos debemos identificar y contarle brevemente en qué consiste la exploración, cuánto dura y qué le vamos a ver. Le avisaremos que el gel está un poco frío y le indicaremos cómo debe colaborar en la realización de las apneas. Finalmente, como el paciente ambulatorio continúa con su rutina diaria tras la ecografía, debemos extremar la precaución para no manchar su ropa con el gel de ultrasonidos.

Limitaciones de la ecografía

La presencia de gas y las superficies óseas interpuestas entre el transductor y la estructura a estudiar dificultan e incluso impiden su correcta visualización. Además, la ecografía es un método diagnóstico poco específico en la tipificación de ciertas imágenes, siendo especialmente inespecífica en la tipificación de una masa renal como benigna o maligna; en este

contexto, la ecografía con contraste (CEUS, del inglés *contrast-enhanced ultrasound*) es una herramienta complementaria, recogida en las guías de la European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (EFSUMB), que exige formación específica [28]. Por último, como toda prueba diagnóstica, el rendimiento que le saquemos será mayor cuanto mejor formación tenga el médico que realice la ecografía, mayores sean sus conocimientos de anatomía y patología y cuanto más exhaustivo y sistemático sea al realizar el estudio ecográfico [2].

Informe ecográfico

Es preceptivo que cualquier actuación médica quede reflejada en la historia clínica del paciente. Por consiguiente, se procederá a la elaboración del informe de todas las exploraciones ecográficas para su inmediata inclusión en el historial. El informe debe recoger, como mínimo, la indicación o pregunta clínica, el equipo y la sonda empleados, la técnica (incluidos los modos utilizados y las limitaciones del estudio), los hallazgos con sus mediciones, la conclusión y la referencia a las imágenes archivadas en el sistema de la institución [2] [8] [9].

Mensajes clave

- Para sacar el mayor rendimiento a un estudio ecográfico es necesario conocer la patología (no se ve lo que no se conoce) y el equipo de ultrasonidos.
- Conocer la física básica es recomendable para optimizar la imagen e interpretar correctamente los artefactos.
- En el Doppler color, el color indica el sentido del flujo respecto al transductor, no su naturaleza arterial o venosa
- Los valores Doppler deben interpretarse según el vaso en que se miden: VPS y cociente renal-aórtico en la arteria principal; tiempo de aceleración e IR en las arterias intrarrenales.
- Seguridad: aunque se considera inocua, la exploración ecográfica puede no serlo. Hay que mantener medidas de seguridad como desinfectar las sondas entre pacientes, usar funda y gel estéril en heridas abiertas o contaminadas y anonimizar por completo las imágenes destinadas a docencia o publicación.

Declaración de uso de IA

Durante la preparación de este trabajo las autoras utilizaron Claude (Anthropic) para la creación de tablas. Tras utilizar dicha herramienta, las autoras revisaron y editaron el contenido según necesidad, asumiendo la plena responsabilidad del contenido de la publicación.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran que no existe ningún conflicto de intereses financiero, personal o profesional que pueda influir de manera inapropiada en los resultados o interpretaciones presentados en este artículo.

Referencias bibliográficas

1. Rivera M, Quereda C. Nefrología diagnóstica e intervencionista: una oportunidad para los nefrólogos españoles. Nefrología. 2011;31(2):131-3. https://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2011.Feb.10825

2. Rivera Gorrín M, Sosa Barrios RH, Ruiz-Zorrilla López C, Fernández JM, Marrero Robayna S, Ibeas López J, et al. Documento de consenso para la formación en ecografía en la especialidad de Nefrología. Nefrología. 2020;40(6):623-33. https://doi.org/10.1016/j.nefro.2020.05.008

3. Hangiandreou NJ. AAPM/RSNA physics tutorial for residents. Topics in US: B-mode US: basic concepts and new technology. Radiographics. 2003;23(4):1019-33. https://doi.org/10.1148/rg.234035034

4. Pineda C, Bernal A, Espinosa R, Hernández C, Marín N, Peña AH, et al. Principios físicos básicos del ultrasonido. Rev. Chil Reumatol. 2009;25(2):60-6.

5. Baad M, Lu ZF, Reiser I, Paushter D. Clinical significance of US artifacts. RadioGraphics. 2017;37(5):1408-23. https://doi.org/10.1148/rg.2017160175

6. Koratala A, Reisinger N. POCUS for nephrologists: basic principles and a general approach. Kidney360. 2021;2(10):1660-8. https://doi.org/10.34067/KID.0002482021

7. Niyyar VD, Ross DW, O'Neill WC. Performance and interpretation of sonography in the practice of nephrology: core curriculum 2024. Am J Kidney Dis. 2024;83(4):531-45. https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2023.09.006

8. Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos. Diario Oficial de la Unión Europea, L 119 (4 de mayo de 2016).

9. Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Boletín Oficial del Estado, n.º 294 (6 de diciembre de 2018).

10. Boote EJ. AAPM/RSNA physics tutorial for residents. Topics in US: Doppler US techniques: concepts of blood flow detection and flow dynamics. Radiographics. 2003;23(5):1315-27. https://doi.org/10.1148/rg.235035080

11. Zwiebel WJ, Pellerito JS. Basic concepts of Doppler frequency spectrum analysis and ultrasound blood flow imaging. En: Zwiebel WJ, Pellerito JS, editores. Introduction to vascular ultrasonography. 5.ª ed. Filadelfia: Elsevier Saunders; 2005.

12. Campbell SC, Cullinan JA, Rubens DJ. Slow flow or no flow? Color and power Doppler US pitfalls in the abdomen and pelvis. Radiographics. 2004;24(2):497-506. https://doi.org/10.1148/rg.242035130.

13. Taylor KJ, Holland S. Doppler US. Part I. Basic principles, instrumentation, and pitfalls. Radiology. 1990;174(2): 297-307. https://doi.org/10.1148/radiology.174.2.2404309

14. Mitchell DG. Color Doppler imaging: principles, limitations, and artefacts. Radiology. 1990; 177(1): 1-10. https://doi.org/10.1148/radiology.177.1.2204956

15. Revzin MV, Imanzadeh A, Menias C, Pourjabbar S, Mustafa A, Nezami N, Spektor M, Pellerito JS. Optimizing Image Quality When Evaluating Blood Flow at Doppler US: A Tutorial. Radiographics. 2019 Sep-Oct;39(5):1501-1523. https://doi.org/10.1148/rg.2019180055. Epub 2019 Aug 9. PMID: 31398088.

16. Schäberle W, Leyerer L, Schierling W, Pfister K. Ultrasound diagnostics of renal artery stenosis: Stenosis criteria, CEUS and recurrent in-stent stenosis. Gefasschirurgie. 2016;21:4-13. https://doi.org/10.1007/s00772-015-0060-3. Epub 2015 Aug 28. PMID: 27034579; PMCID: PMC4767855.

17. Dhanju G, Kirkpatrick I, Goubran A, Wiebe S, Jammu RP, Askin N. The Diagnostic Accuracy of Sonographic Parameters for Renal Artery Stenosis in Adults: A Rapid Literature Review Based on a Statistical Approach. Journal of Diagnostic Medical Sonography. 2024;40(6):583-591. https://doi.org/10.1177/87564793241260732

18. Viazzi F, Leoncini G, Derchi LE, Pontremoli R. Ultrasound Doppler renal resistive index: a useful tool for the management of the hypertensive patient. J Hypertens. 2014;32(1):149-53. https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e328365b29c

19. Ponte B, Pruijm M, Ackermann D, Vuistiner P, Eisenberger U, Guessous I, Rousson V, Mohaupt MG, Alwan H, Ehret G, Pechere-Bertschi A, Paccaud F, Staessen JA, Vogt B, Burnier M, Martin PY, Bochud M. Reference values and factors associated with renal resistive index in a family-based population study. Hypertension. 2014 Jan;63(1):136-42. https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.113.02321. Epub 2013 Oct 14. PMID: 24126174.

20. O'Neill WC. Ecografía renal. Madrid: Marbán; 2003.

21. Vargas A, Amescua-Guerra LM, Bernal ME, Pineda C. Principios físicos básicos del ultrasonido, sonoanatomía del sistema musculoesquelético y artefactos ecográficos. Acta Ortop Mex. 2008;22(6):361-73.

22. O'Neill WC. Renal relevant radiology: use of ultrasound in kidney disease and nephrology procedures. Clin J Am Soc Nephrol. 2014;9(2):373-81. https://doi.org/10.2215/CJN.03170313

23. Feldman MK, Katyal S, Blackwood MS. US artifacts. RadioGraphics. 2009;29(4):1179-89. https://doi.org/10.1148/rg.294085199

24. Nabheerong P, Kengkla K, Saokaew S, Naravejsakul K. Diagnostic accuracy of Doppler twinkling artifact for identifying urolithiasis: a systematic review and meta-analysis. J Ultrasound. 2023;26(2):321-31. https://doi.org/10.1007/s40477-022-00759-z

25. Kollmann C, Jenderka KV, Moran C, Draghi F, Jiménez Díaz JF, Sande R. EFSUMB clinical safety statement for diagnostic ultrasound (2019 revision). Ultraschall Med. 2020;41:387-9. https://doi.org/10.1055/a-1010-6018

26. American Institute of Ultrasound in Medicine. Guidelines for cleaning and preparing external- and internal-use ultrasound transducers and equipment between patients as well as safe handling and use of ultrasound coupling gel, 2025 revision [Internet]. Laurel (MD): AIUM; 2025 [consultado: 13 noviembre 2026]. Disponible en: https://www.aium.org/resources/official-statementshttps://www.aium.org/resources/official-statements

27. Maite Rivera Gorrín, Víctor Burguera Vion, Rosa Haridian Sosa Barrios. La exploración ecográfica nefrológica en situación de pandemia de Sars-Cov-2. En: Lorenzo V, López Gómez JM (Eds). Nefrología al día [Internet]. ISSN: 2659-2606. 2020 [citado 2026 nov 1]. Disponible en: https://nefrologiaaldia.org/articulo/la-exploracion-ecografica-nefrologica-en-situacion-de-pandemia-de-sars-cov-2/

28. Sidhu PS, Cantisani V, Dietrich CF, Gilja OH, Saftoiu A, Bartels E, et al. The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in non-hepatic applications: update 2017 (long version). Ultraschall Med. 2018;39(2):e2-e44. https://doi.org/10.1055/a-0586-1107

Nefrología al día · Sociedad Española de Nefrología · ISSN 2659-2606
https://nefrologiaaldia.org/articulo/ecografia-en-nefrologia-consideraciones-generales/
Publicado bajo licencia CC BY-NC 4.0 · creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0