Nefrología al día

Sociedad Española de Nefrología

NEFROLOGÍA INTERVENCIONISTA · ECOGRAFÍA DIAGNÓSTICA

ID NI-010

Ecografía Doppler y complicaciones vasculares del trasplante renal

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

[1] Servicio de Nefrología. Unidad de Nefrología Diagnóstica e Intervencionista. Hospital Ramón y Cajal. Madrid

[2] Hospital universitario Ramón y Cajal. Madrid

Actualizado el **8 de agosto de 2021**

Palabras clave: Doppler, EAR, Indice de resistencia

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Víctor Burguera Vion, Rosa Haridian Sosa Barrios, Maite Rivera Gorrín. Ecografía Doppler y complicaciones vasculares del trasplante renal. En: Lorenzo V, López Gómez JM (Eds). Nefrología al día [Internet]. ISSN: 2659-2606. 2021 Disponible en: https://nefrologiaaldia.org/articulo/ecografia-doppler-y-complicaciones-vasculares-del-trasplante-renal/

CONTENIDO

Introducción 1
Consideraciones anatómicas generales 2
Ajustes fundamentales para la minimización de errores 3
Sistemática de la exploración doppler sobre el injerto renal 4
Estudio del parénquima renal 5
Estudio Doppler de la arteria renal 7
Doppler de la anastomosis 7
Doppler de los vasos iliacos: Valoración arterial peri-injerto 8
Doppler del sistema venoso 9
Complicaciones vasculares del injerto renal 9
Trombosis venosa 9
Trombosis arterial 10
Estenosis de la arteria renal 11
Pseudoaneurisma 13
Fístula arterio-venosa 15
Cuando hacer un doppler en el postransplante 16
Referencias bibliográficas 17

Introducción

La ecografía seriada sobre el injerto renal aporta una serie de datos que son de gran utilidad clínica a la hora de tomar decisiones sobre la evolución de los pacientes trasplantados.

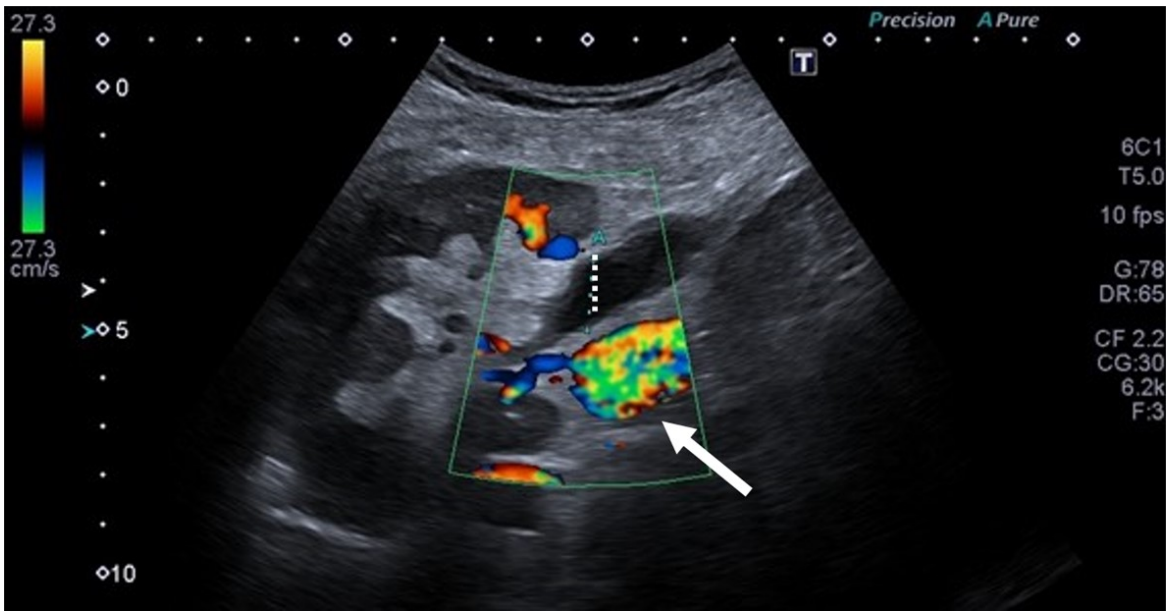
El estudio Doppler no se puede separar de la ecografía bidimensional, interpretándose mejor los datos de manera conjunta. No obstante, dado que este capítulo trata específicamente del Doppler nos centraremos en este aspecto.

El estudio Doppler del injerto renal incluye Doppler color, power Doppler y Doppler pulsado, y ofrece información dinámica sobre la situación vascular del injerto renal tanto en la evaluación inicial del trasplante reciente como en el seguimiento. Es una prueba incruenta, eficiente y accesible que se puede realizar rápidamente a pie de cama [1]. Requiere la pericia de un explorador adecuadamente entrenado pero dentro de su complejidad presenta ciertas ventajas frente a su realización en un riñón nativo por su situación extraperitoneal (más próximo a la superficie) y a que no está tan condicionado por los movimientos respiratorios del paciente.

Con el Doppler podremos valorar la vascularización del injerto renal y ver las anastomosis, diagnosticaremos estenosis y trombosis de los vasos principales, podremos observar flujos anómalos en presencia de pseudoaneurismas o fístula arteriovenosa y nos ayudará a diferenciar vasos de otras estructuras no vasculares.

Además de detectar problemas vasculares, al igual que en el riñón nativo, nos será de utilidad en el diagnóstico de otras patologías no vasculares como la litiasis renal, el fracaso renal agudo, el rechazo agudo, la detección de masas renales y la uropatía obstructiva (Figura 1).

Figura 1: Ecografía con Doppler color de riñón trasplantado. Estructura tubular anecoica perirrenal sin relleno de Doppler color correspondiente a uréter proximal dilatado (línea de puntos). Anastomosis arterial con turbulencia (flecha).



Consideraciones anatómicas generales

El injerto suele estar ubicado en la fosa iliaca generalmente en el lado derecho cuando se trata de un primer trasplante, a excepción del trasplante ortotópico. Las anastomosis vasculares suelen ser termino-laterales a los vasos iliacos externos o a los iliacos comunes en circunstancias determinadas.

Cuando se trata de un donante cadáver, la arteria renal puede llevar un parche de aorta que se anastomosará a la arteria iliaca del receptor, dicha arteria renal puede ser única o múltiple, así que previo al comienzo de estudio Doppler debemos conocer los datos más relevantes del

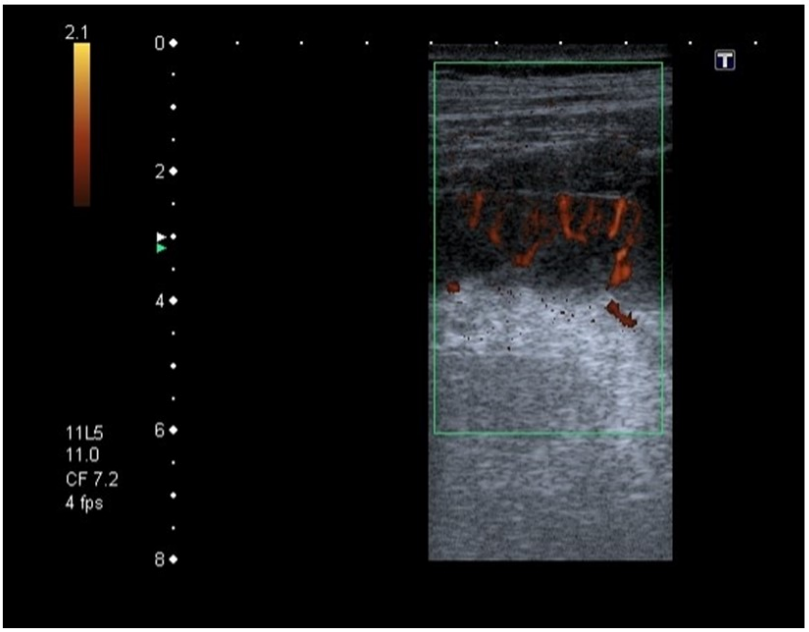
parte quirúrgico, de la cirugía de banco realizada y si se ha realizado biopsia del injerto, en cuyo caso deberemos conocer el polo o la región biopsiada. Estos datos serán de utilidad para una correcta interpretación de los resultados.

Ajustes fundamentales para la minimización de errores

Un correcto ajuste de los parámetros antes de la exploración nos facilitará una mejor visualización tanto de la imagen bidimensional como del estudio Doppler. Esta configuración incluye la escala de grises, la ganancia, la profundidad del foco y el uso de armónicos.

Aunque lo habitual es realizar el estudio con una sonda convexa de baja frecuencia (1-6 MHz), debido a su proximidad a la piel, el uso de una sonda de alta frecuencia nos puede complementar, aportando mayor resolución y detalle [2] para evaluar por ejemplo la circulación periférica (Figura 2).

Figura 2: Doppler power con sonda lineal mostrando vascularización periférica.



El tamaño de la muestra (Figura 3) debe ser inferior al del vaso que intentamos explorar, realizando la medición en el interior de las paredes vasculares y evitando, en la medida de lo posible, el contacto con ellas. Un tamaño excesivo podrá producir alteraciones en la medición al detectar varias estructuras vasculares simultáneamente (Figura 4).

Figura 3: Muestra Doppler dentro de la luz del vaso.

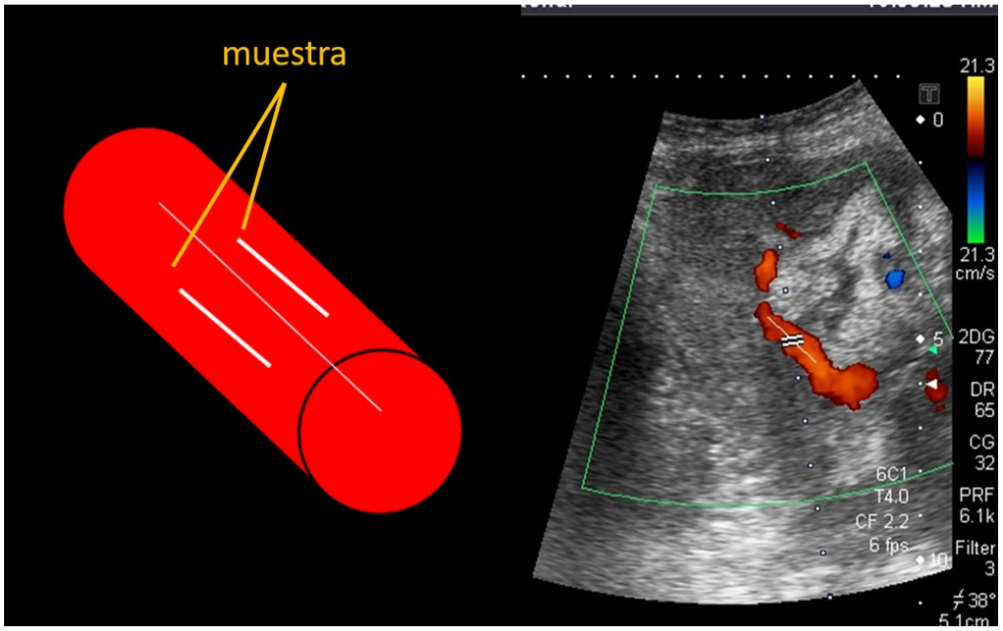
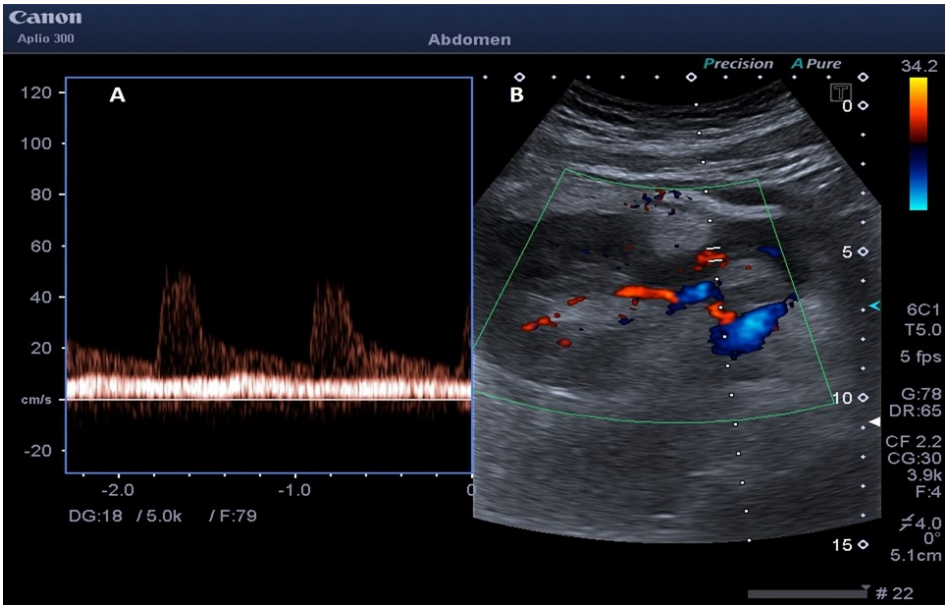


Figura 4. Figura 4B: Ecografía Doppler color de injerto renal: muestra localizada en el tercio medio con un tamaño superior al del vaso captando simultáneamente registro arterial y venoso como se aprecia en la figura 4A



Sistemática de la exploración doppler sobre el injerto renal

La mecánica de exploración será similar independientemente del momento evolutivo del trasplante renal. Debemos ser sistemáticos a la hora de tomar los registros para no obviar ningún área. Es importante dejar constancia, bien en un informe de ecografía o bien en la historia clínica del paciente, de los distintos hallazgos con sus descripciones y los valores numéricos obtenidos para poder llevar un registro objetivo del seguimiento ecográfico, lo que aportará un mayor valor a la hora de emitir un diagnóstico.

El trasplante renal en adultos se ubica generalmente en fosa iliaca, encontrándose el injerto, en la mayor parte de los casos paralelo a la cicatriz quirúrgica, con el hilio renal en dirección inferoposterior y medial. No obstante, en función de las condiciones anatómicas y quirúrgicas la situación del injerto puede cambiar considerablemente.

Comenzaremos el estudio colocando la sonda paralela a la cicatriz quirúrgica y externa a ella, ahí bascularemos hasta conseguir la imagen longitudinal del injerto. Con este abordaje, evitaremos mejor la interposición de gas intestinal, aunque es posible que a lo largo del estudio precisemos otras ventanas ecográficas. En ese momento activaremos la función Doppler color.

Estudio del parénquima renal

Doppler color

En primer lugar, deberemos valorar la perfusión global del injerto, si es homogénea en todo el parénquima o si, por el contrario, existen segmentos hipoperfundidos o con defectos focales.

También evaluaremos el árbol vascular renal tratando de visualizar hasta los segmentos distales como arterias y venas interlobulillares y arcuatas (Figura 5). Para ello utilizaremos inicialmente el modo Doppler color y podremos ayudarnos del power Doppler, capaz de visualizar velocidades menores al no discriminar la dirección de los hematíes [3] (Figura 6).

Figura 5: Figura B: Doppler color. Injerto renal con excelente perfusión, muestra situada en arteria segmentaria. En la parte izquierda (figura A) vemos registro bifásico del latido intraparenquimatoso normal

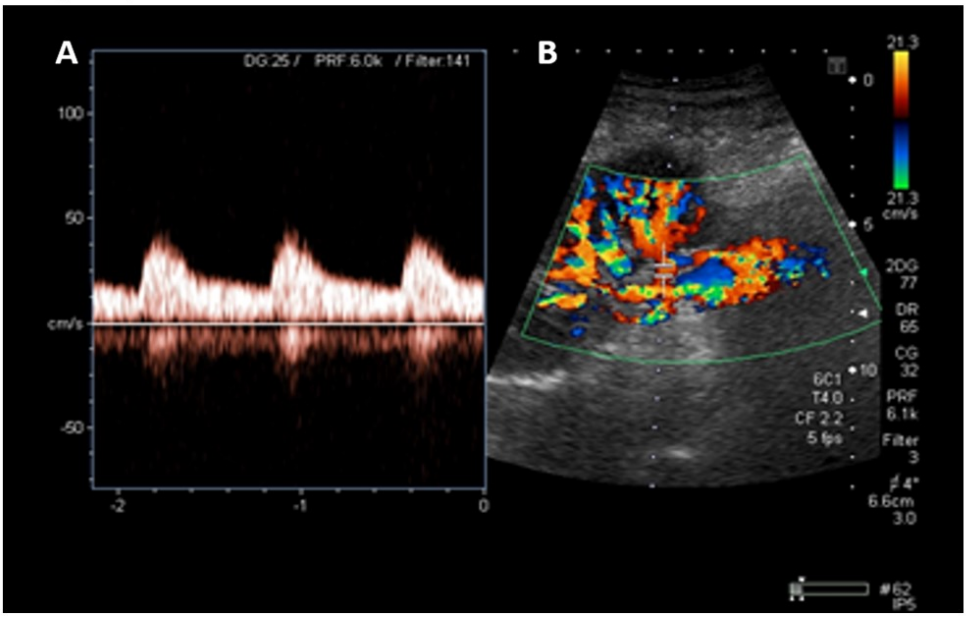
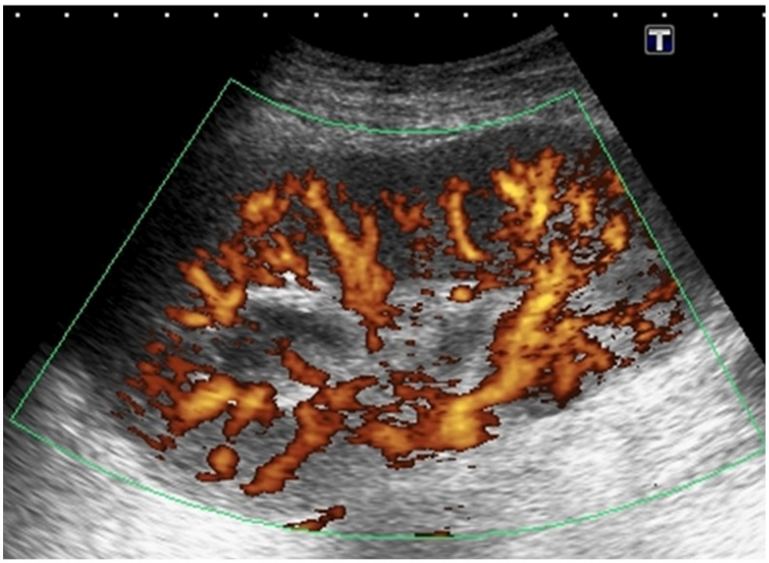


Figura 6: Ecografía injerto renal con power Doppler color. Estructuras vasculares monocromáticas (naranja) arteriales y venosas.



Doppler pulsado

Con el Doppler pulsado observaremos la morfología del registro espectral, que es la representación gráfica de las distintas velocidades intravasculares. Valoraremos:

•La morfología de la onda arterial que debe corresponder con la de una arteria visceral, es decir, de baja resistencia o bifásica con un pico sistólico de ascenso vertical y una diástole suave manteniendo en todo momento velocidades en el rango positivo con valores superiores a cero (Figura 5)A.

•Podremos calcular el índice de resistencia, el tiempo de aceleración y la aceleración cuyos valores normales se reflejan en la (Tabla 1). Para la correcta determinación de la aceleración hay que corregir el ángulo de insonación, que debe ser paralelo a la dirección del flujo en la arteria. El ángulo de insonación debe situarse entre 30-60º, siendo tanto más fiable cuanto más próximo este a 60º y, en cualquier caso, siempre debe ser < 60º. Las determinaciones las realizaremos, preferiblemente en territorio cortical, haciendo un mapeo de todo el parénquima renal desde polo superior, tercio medio-región interpolar hasta polo inferior.

Tabla 1: Valores normales

Parámetro Doppler	Valor normal
Índice de resistencia (IR)	0.6-0.7
Tiempo de aceleración (TA)	< 0.08 seg
Aceleración	>300 cm/seg^2

Estudio Doppler de la arteria renal

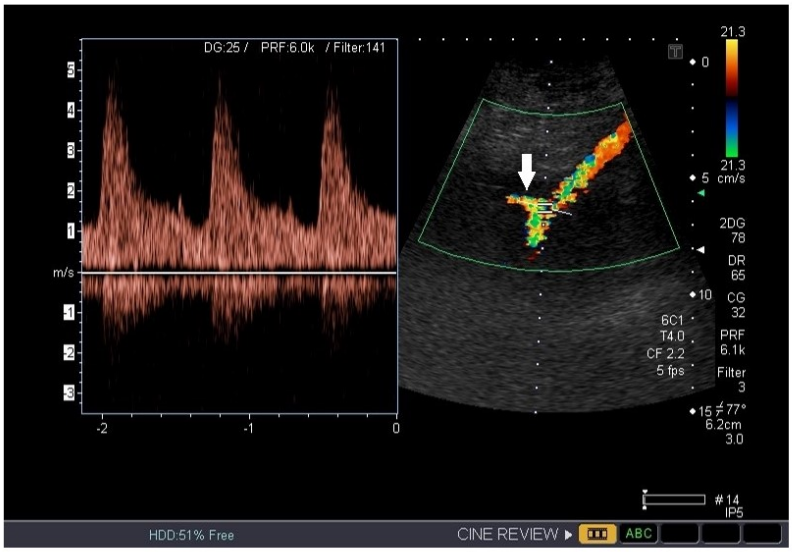
Seguiremos la misma sistemática que para el parénquima: primero Doppler color y luego Doppler pulsado o espectral. Deberemos seguir el recorrido de la arteria renal desde la anastomosis. Observaremos su calibre con el Doppler color y la velocidad a lo largo del recorrido ajustando el ángulo. La velocidad del pico sistólico no debe exceder los 200 cm/seg en ningún punto. Elevaciones abruptas de la velocidad por encima de ese valor son sugestivas de estenosis.

Doppler de la anastomosis

Como siempre, tras el Doppler color obtendremos el registro espectral con el Doppler pulsado. Determinaremos la velocidad del pico sistólico y el tiempo de aceleración. Para una correcta interpretación es necesario conocer los datos relevantes de la cirugía de banco y del parte quirúrgico, si se trata de una única arteria o múltiples en parche, el tipo de anastomosis, etc. [2].

Para obtener el registro en la anastomosis generalmente colocaremos la caja de Doppler color en la unión de la arteria renal con la arteria iliaca externa, ligeramente orientados hacia la arteria renal y corrigiendo el ángulo de insonación para que quede paralelo a la arteria renal. La muestra, como hemos comentado previamente, debe quedar en el interior de las paredes del vaso por lo que ajustaremos el tamaño (Figura 7).

Figura 7: Ecografía Doppler color de un injerto renal donde se aprecia anastomosis termino-lateral de la arteria renal (flecha) a la iliaca externa.



Doppler de los vasos iliacos: Valoración arterial peri-injerto

Los vasos que nutren a la arteria del injerto renal son en la mayoría de casos los vasos iliacos. Estos deben evaluarse con determinaciones tanto proximales como distales a la anastomosis.

El riñón trasplantado va a recoger una parte importante del flujo de dicha arteria, por lo que esa situación alterará la hemodinámica normal de dicho vaso. Las resistencias intravasculares serán inferiores a las habituales en las determinaciones proximales a la anastomosis, mientras que la hemodinámica no se verá alterada por el injerto en las determinaciones distales a la anastomosis (Figura 8).

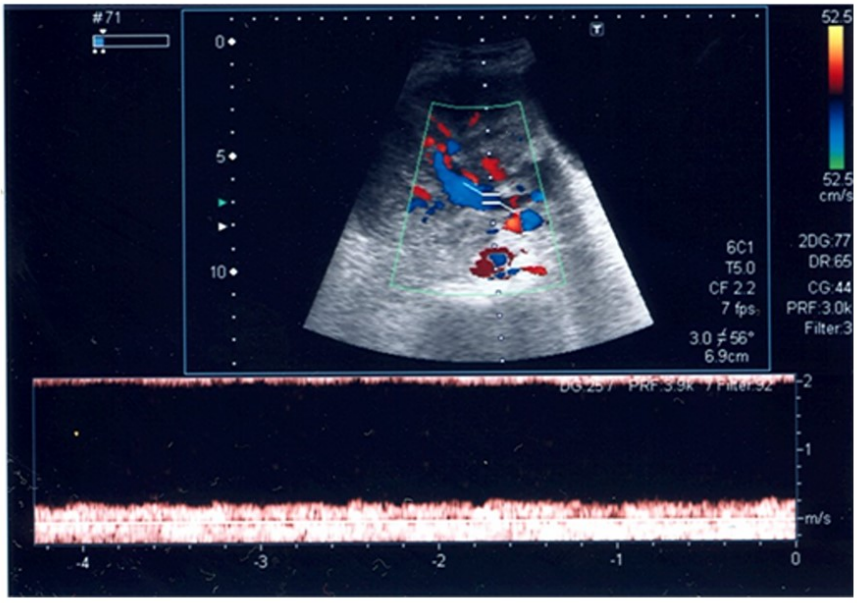
Figura 8: Ecografía de un injerto renal donde se aprecia anastomosis termino-lateral de la arteria renal (flecha) a la iliaca externa. Muestra sobre iliaca externa proximal a la anastomosis



Doppler del sistema venoso

Deberemos realizar determinaciones venosas intraparenquimatosas y de la vena renal comprobando su permeabilidad. El registro venoso con el Doppler espectral es monofásico continuo (Figura 9).

Figura 9: Doppler espectral venoso monofásico y continuo.



Complicaciones vasculares del injerto renal

Las complicaciones vasculares del injerto renal son de gran importancia de cara a la viabilidad del trasplante. Su frecuencia oscila entre el 1 y el 10% [4] [5]. Las complicaciones vasculares más frecuentes son: la estenosis de la arteria renal, la trombosis arterial y venosa, la fístula arterio-venosa y el pseudoaneurisma intrarrenal. Es esencial su diagnóstico precoz y el estudio Doppler es de gran utilidad en este campo [1].

Trombosis venosa

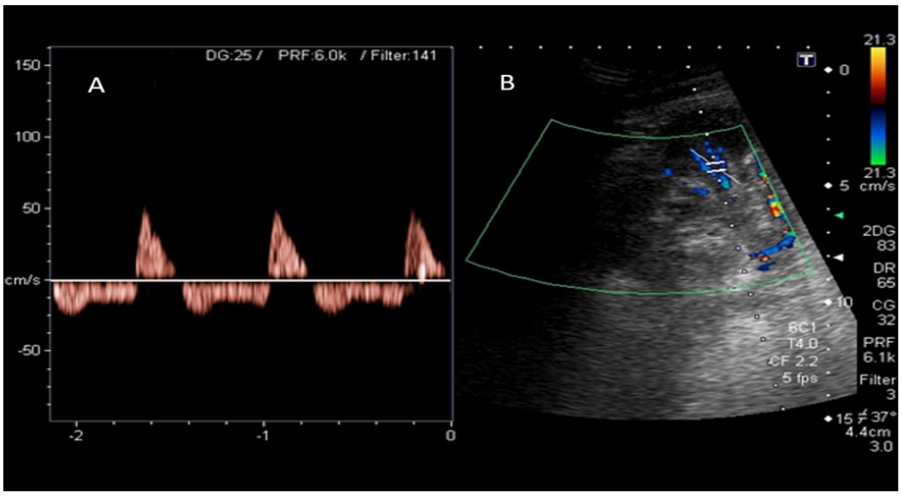
La trombosis de la vena renal del injerto es una complicación infrecuente que tiene lugar en 1-4% de los trasplantes y suele darse en las primeras dos semanas post trasplante [4] [5]. Habitualmente se relaciona con compresión o acodamiento de la vena, hipoperfusión marcada o incluso con rechazo agudo del injerto.

Modo B: Frecuentemente el injerto presenta un aspecto normal, discretamente congestivo e hipoecoico

Doppler color: Ausencia de registros venosos intraparenquimatosos en caso de trombosis completa.

Doppler pulsado: En los flujos arteriales observaremos resistencias intraparenquimatosas muy elevadas, siendo característica la inversión del flujo diastólico (Figura 10).

Figura 10. Figura 10A: Registro espectral con inversión del flujo diastólico. Figura 10B: Injerto con trombosis venosa. Registro con colores invertidos a la altura de arteria interlobar (en azul).



Trombosis arterial

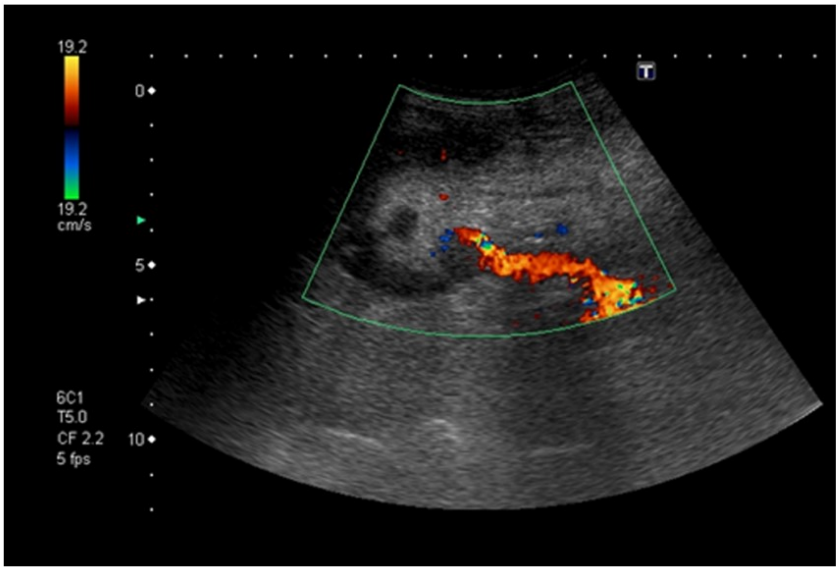
La trombosis arterial es una complicación rara pero devastadora para la supervivencia del injerto. La frecuencia descrita es variable en las distintas series publicadas, oscilando entre un 0,2 y un 7% [5] [6] [7].

Suele producirse como complicación postquirúrgica debido a torsión de la arteria renal o disección de su pared debido a daño intimal [8]. De manera menos frecuente puede ser provocada tras compresión extrínseca por una colección perirrenal como un hematoma o un linfocele, estados de hipercoagulabilidad, rechazo agudo, toxicidad medicamentosa o hipotensión grave [5].

Modo B: En general, injerto de aspecto normal.

Doppler color y pulsado: Observaremos una ausencia completa de perfusión del injerto si la trombosis de la arteria renal principal es completa o parcial si es debida a la oclusión de alguna de sus ramas (Figura 11).

Figura 11: Trombosis de la arteria renal en el interior del injerto, con nula perfusión intraparenquimatosa pero visualizándose la arteria renal principal.



Estenosis de la arteria renal

La estenosis de la arteria renal (EAR) es causa de deterioro de la función renal e hipertensión arterial en el paciente trasplantado. Tiene una incidencia muy variable que oscila según las series publicadas entre el 0.8 y el 25% [9] [10] . Es más frecuente en el trasplante de cadáver [1] por lo que la preservación del injerto y el tiempo de isquemia pueden estar relacionados.

La localización más frecuente es la perianastomótica y suele relacionarse con lesión arterial del donante durante la extracción, clampaje o inadecuada sutura vascular [9] [11]. Lesiones arteriales más distales, difusas y de aparición tardía pueden corresponder con lesión endotelial inmunomediada entre otros factores [12].

La EAR puede ser apreciable desde el postrasplante inmediato aunque, en ocasiones, pueden darse circunstancias perioperatorias transitorias que afecten al calibre de la luz arterial sin repercusión parenquimatosa. En estos casos, la velocidad en la arteria es ligeramente superior a 200 cm/seg pero los registros intraparenquimatosos no cumplen criterios de estenosis. Si bien pueden manejarse con actitud expectante, ya que tienden a normalizarse [10], requiere la realización de exploraciones seriadas [13].

En el caso de una arteria renal larga puede existir un fenómeno de acodamiento o kinking, cuya presentación clínica y hallazgos en el Doppler pueden ser indistinguibles de la estenosis de la arteria renal.

Doppler de la EAR

–**Método directo:** exploración de la arteria renal

Doppler color: Mediante el método directo podremos observar una disminución del calibre de la arteria renal, con un flujo turbulento (aliasing) en la estenosis y en el recorrido postestenótico.

Doppler pulsado: valoraremos un aumento brusco de la velocidad en el punto estenótico, siendo sugestiva cuando es superior a 200 cm/seg y altamente sugestiva por encima de los 300 cm/seg. (Figura 12) Para una correcta evaluación, el ángulo de insonación debe estar comprendido entre 30-60º siendo tanto más fiable cuanto más próximo a 60º se encuentra. Conseguir esta situación a veces es complicado por lo que deberemos angular el transductor y en ocasiones cambiar el lugar de abordaje. En ocasiones no es posible conseguir un ángulo adecuado o detectar el punto estenótico, especialmente cuando la estenosis ocurre proximal a la anastomosis, en los vasos iliacos o aorta, pero sí podremos observar las consecuencias directas de la misma sobre la perfusión del parénquima renal. Por el efecto Venturi sabemos que cuando un fluido circula por un conducto cerrado, si éste disminuye de calibre como es en el caso de una estenosis arterial, aumenta la velocidad del fluido para mantener un flujo constante, esto implica una caída de la presión. Esta caída de la presión de perfusión se traduce en el Doppler pulsado de los vasos intrarrenales como un latido parvus et tardus. Se trata de un latido con un ascenso más suave, lo que implica una aceleración menor (<300cm/seg2), un tiempo de aceleración alargado (superior a 0.060 seg) y una relación entre el pico sistólico y el valle diastólico menor, generando un IR <0.5 (Figura 13).

Figura 12: Registro espectral de la arteria renal sobre el punto estenótico (anastomosis) mostrando velocidades del pico sistólico (recuadro rojo) superior a 300 cm/seg-

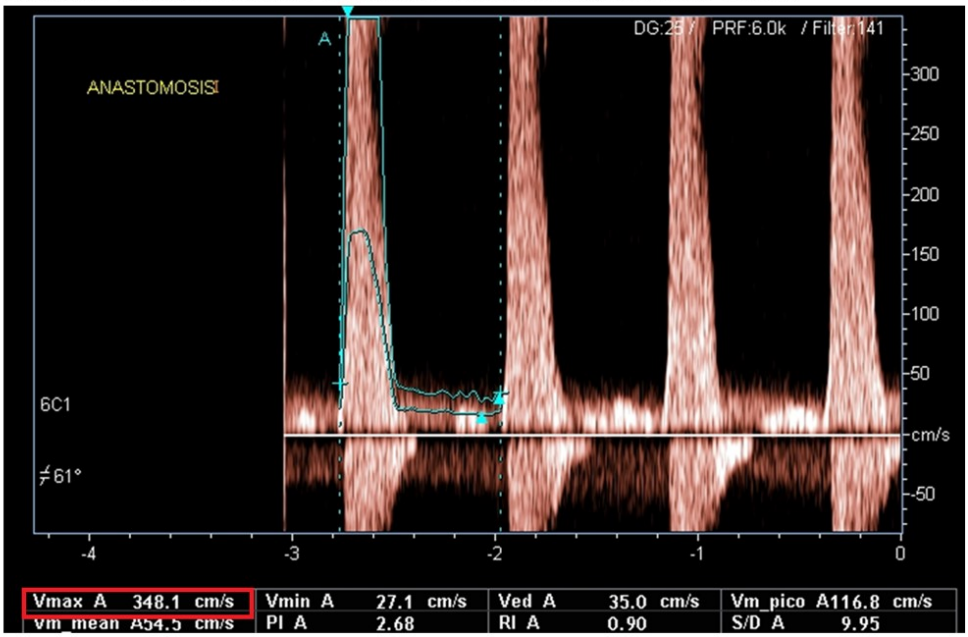
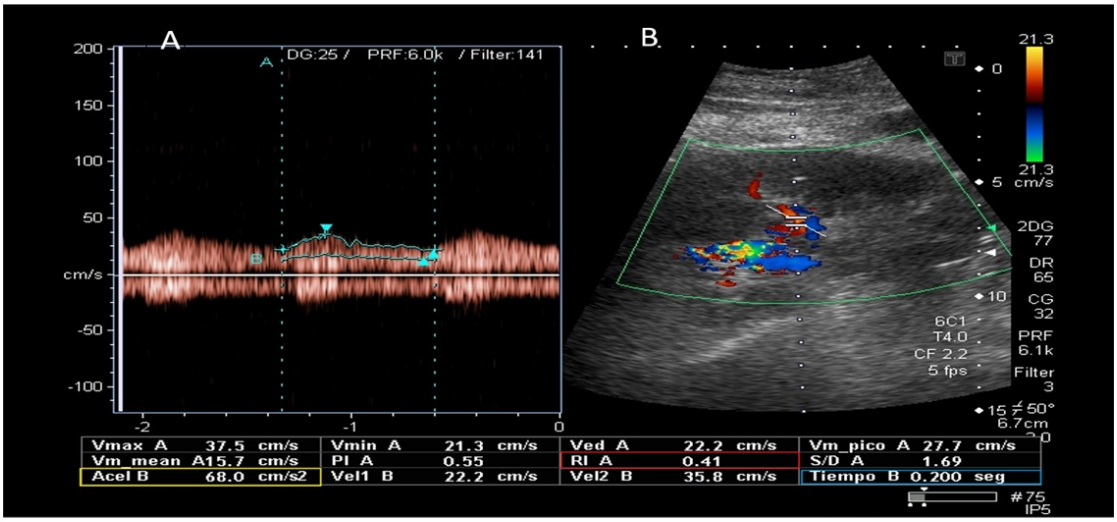


Figura 13. Figura 13 A: Registro espectral parvus et tardus. Se caracteriza por tener un índice de resistencia bajo (recuadro rojo), un tiempo de aceleración elevado (recuadro azul) y una aceleración baja (recuadro amarillo). Figura 13B: Injerto renal con estenosis de la arteria renal principal. Dilatación postestenótica con turbulencia, muestra a la altura de una arteria segmentaria anterior.



-Método indirecto: exploración del parénquima renal: El método indirecto es menos observador dependiente y más fácil de realizar pero solo detecta estenosis superiores al 75-80%. [10] Los criterios de EAR en el método indirecto son: índice de resistencia <0.5, tiempo de aceleración > 0.060 segundos y aceleración < 300 cm/sg2 (Figura 13).

La combinación del método directo y el método indirecto aumenta la rentabilidad diagnóstica, con una sensibilidad de 87-100% y una especificidad de 90-100% [14].

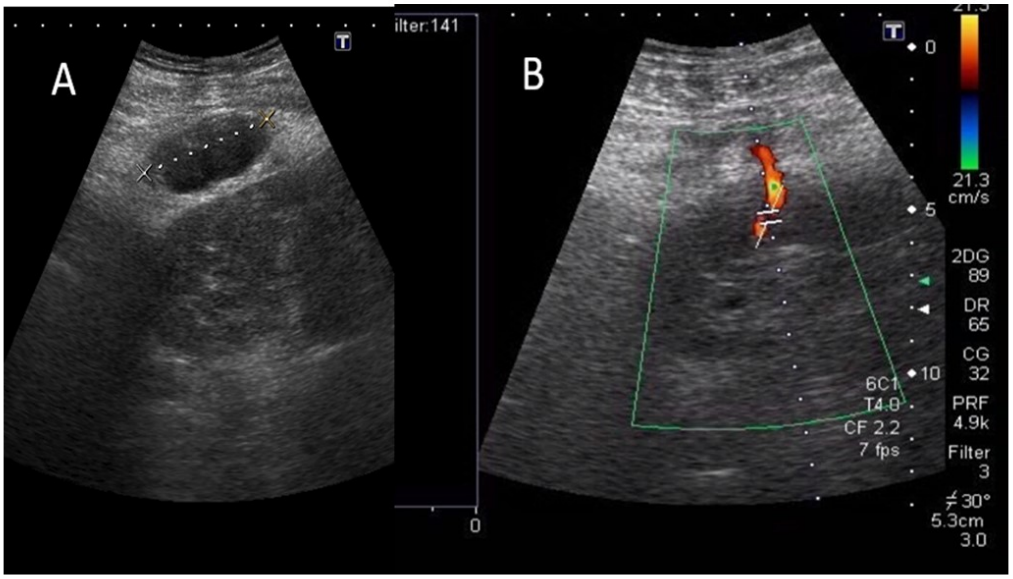
El tratamiento de elección de una EAR suele ser percutáneo frente a la cirugía abierta reservada para situaciones especiales, teniendo la angioplastia con colocación de stent una menor tasa de reestenosis frente a la angioplastia aislada [15] [16].

Pseudoaneurisma

Es una complicación rara acontecida generalmente tras una biopsia renal aunque también puede suceder en el seno de una infección del injerto, traumatismo penetrante (p. ej. tras colocación de nefrostomía percutánea) u otros eventos en los que se produce daño y rotura de la pared arterial, quedando la hemorragia contenida en un falso saco [17].

Modo B: Si son pequeños no se verán. Si alcanzan un cierto tamaño son indistinguibles de un quiste renal (si son parenquimatosos) o una colección hipoecoica correspondiendo a hematoma perirrenal (Figura 14)

Figura14. Figura 14A: Colección anecoica pulsátil próxima al polo superior del injerto tras realización de biopsia. Figura 14B Tras activar el Doppler color se objetiva jet arterial



Doppler color: observaremos una eyección de alta velocidad desde la arteria nutricia con un remolino de sangre y la típica imagen del Yin-Yang. El cuello del pseudoaneurisma nos mostrará un flujo anterógrado y retrógrado en vaivén, cuya traducción en el Doppler pulsado será la de un pico sistólico, seguida de una inversión del flujo diastólico [17]. El tratamiento generalmente será la embolización percutánea del pseudoaneurisma (Figura 15) (Figura 16).

Figura 15: Flujo en vaivén con la figura del Ying-Yang en pseudoaneurisma

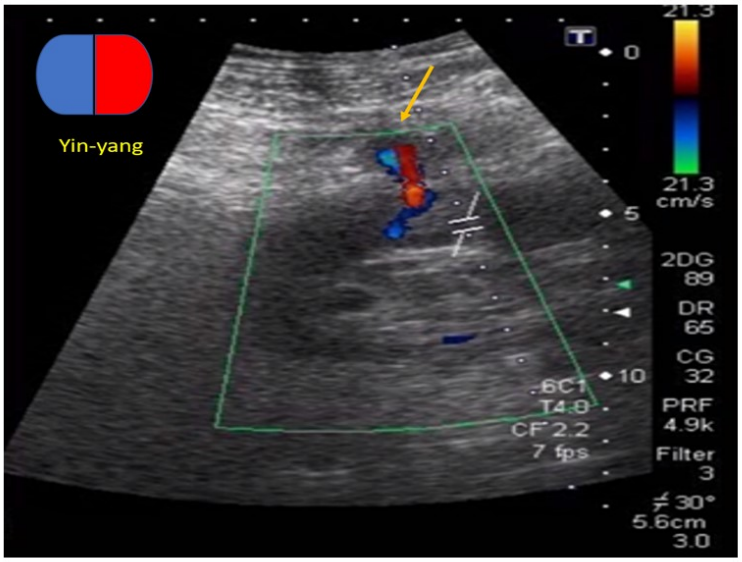


Figura 16: Registro espectral del flujo en vaivén con inversión del flujo diastólico en pseudoaneurisma.



Fístula arterio-venosa

La fístula arterio-venosa (FAV) supone la unión de los flujos de una arteria y una vena dentro del parénquima renal. Las FAVs pueden surgir de forma espontánea (congénita), aunque generalmente es traumática tras la realización de un procedimiento invasivo, como pueden ser la realización de una biopsia renal o una nefrostomía. Su frecuencia es superior a la descrita en riñones nativos [18] pudiendo alcanzar el 18% cuando se realizan exploraciones rutinarias tras cada biopsia [18]. En un alto porcentaje son asintomáticas y se resuelven espontáneamente.

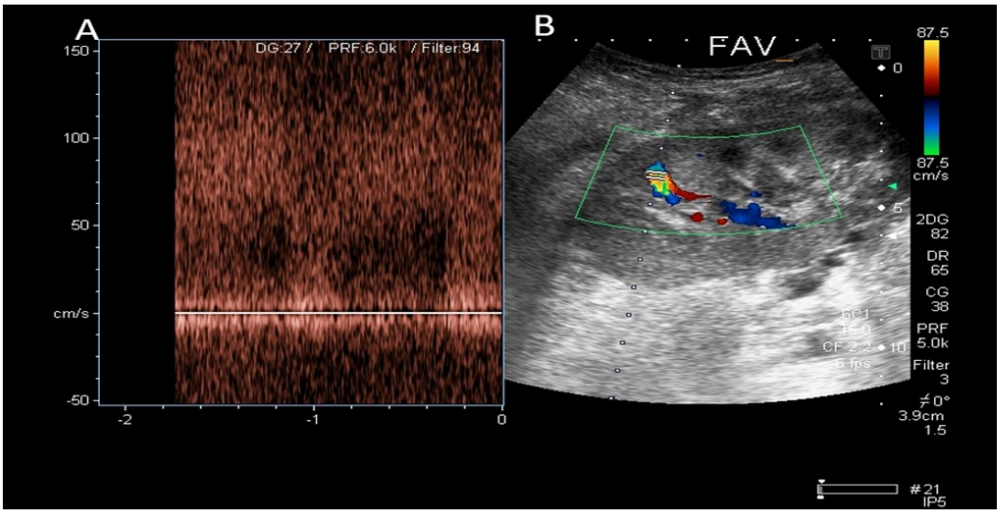
Modo B: normal. En ocasiones apreciaremos una imagen anecoica indistinguible de un quiste simple.

Doppler color: observaremos una zona redondeada de gran turbulencia con velocidades extremas que comunica tanto con una vena como con una arteria. La turbulencia generada produce vibración del parénquima adyacente, pudiendo detectarse dicho movimiento y magnificando el tamaño real de la fístula.

Para una correcta estimación del tamaño de la FAV y para un posterior seguimiento evolutivo, deberemos subir los PRF y registrar en el informe la velocidad a la que estamos midiendo.

Doppler pulsado: En el interior de la FAV observaremos un registro con múltiples velocidades que se acercan y se alejan del transductor y pueden llegar a ocupar la totalidad de la pantalla conformando un registro sistodiastólico continuo (Figura 17).

Figura 17. Figura 17A: Registro espectral turbulento característico. Figura 17B: FAV tras la realización de una biopsia renal en polo superior del injerto. Se ve la arteria nutricia en rojo y la vena en azul. La determinación se realiza con un rango de velocidades altos (esquina superior derecha).



Cuando hacer un doppler en el postransplante

Dado que cuenta con una anastomosis vascular, la ecografía del trasplante renal no se considerará completa si no incluye el estudio con Doppler del injerto (Tabla 2).

Tabla 2: Indicación del estudio Doppler del injerto

Periodo	Estudio ecográfico
TRASPLANTE INMEDIATO	• Estudio Basal: En las primeras 24-72 horas tras el trasplante.
	• Semanal: Si no hay una adecuada evolución del injerto o presencia de hallazgos patológicos en el estudio basal.
PERIODO DE SEGUIMIENTO	• Tras la realización de un procedimiento invasivo. Biopsia renal, retirada de nefrostomía, retirada de catéter doble J
	• Si existe deterioro de función renal, elevación de la tensión arterial, episodios de insuficiencia cardiaca
	• Anualmente para control evolutivo

La primera exploración ecográfica debemos realizarla en las primeras 24-48 horas post trasplante [8]. En ella evaluaremos la perfusión global del injerto con el Doppler color o power Doppler anotando si objetivamos registros distales en las distintas áreas del injerto. Con el Do-

ppler pulsado evaluaremos la morfología del latido arterial intrarrenal representado en forma de registro espectral. Además, evaluaremos el índice de resistencia, cuyo valor será uno en los casos de diástole incompleta.

Las resistencias intraparenquimatosas elevadas indican algún grado de alteración parenquimatosa, siendo en las primeras horas post trasplante la necrosis tubular aguda la causa más frecuente, especialmente cuando se trata de donante cadáver.

La inversión del flujo diastólico es la máxima expresión de resistencias intrasvasculares elevadas y corresponde con las alteraciones más graves [19] [20].

Deberemos estudiar también la presencia de flujo venoso, así como el flujo en la anastomosis arterial y seguir el recorrido de la arteria renal principal desde la anastomosis hasta su entrada y bifurcación en el riñón.

A modo de resumen la (Tabla 3) se presentn las patologías más frecuentes postrasplante, momento de aparición y hallazgos ecográficos.

Tabla 3: Patologías más frecuentes postrasplante, momento de aparición y hallazgos ecográficos

PATOLOGÍA	PERIODO DE SEGUIMIENTO	ETIOLOGÍA MÁS FRECUENTE	HALLAZGOS ECOGRÁFICOS
TROMBOSIS ARTERIAL	Trasplante reciente	Técnica quirúrgica. Acodamiento arterial. Lesión en la íntima	Ausencia de flujo en el terreno afecto.
	Trasplante tardío	Ateroembólico. Infecciones virales,	
		Rechazo	
TROMBOSIS VENOSA	Trasplante Reciente	Quirúrgica Preservación Isquémia	Ausencia de flujos venosos Flujos arteriales de alta resistencia.
	Trasplante tardío	Trombosis miembro inferior homolateral	Inversión de flujo diastólico
ESTENOSIS ARTERIA RENAL	Trasplante reciente y tardío	Quirúrgico. Ausencia de parche arterial Ateromatosis iliaca	· Velocidad en arteria renal superior a 200. cm/seg. · Turbulencia postestenótica · Registros intraparenquimatosos parvus et tarus

Referencias bibliográficas

1. W. C. O'Neill y D. A. Baumgarten, «Ultrasonography in renal transplantation», Am. J. Kidney Dis., vol. 39, n.o 4, pp. 663-678, abr. 2002, doi: 10.1053/ajkd.2002.31978.

2. S. J. Galgano, M. E. Lockhart, G. Fananapazir, y R. Sanyal, «Optimizing Renal Transplant Doppler Ultrasound», Abdom. Radiol., vol. 43, n.o 10, pp. 2564-2573, oct. 2018, doi: 10.1007/s00261-018-1731-9.

3. C. Martinoli et al., «Interlobular vasculature in renal transplants: a power Doppler US study with MR correlation.», Radiology, vol. 200, n.o 1, pp. 111-117, jul. 1996, doi: 10.1148/radiology.200.1.8657897.

4. K. El Zorkany, J.-M. Bridson, A. Sharma, y A. Halawa, «Transplant Renal Vein Thrombosis», Exp. Clin. Transplant. Off. J. Middle East Soc. Organ Transplant., vol. 15, n.o 2, pp. 123-129, abr. 2017, doi: 10.6002/ect.2016.0060.

5. A. Granata et al., «Renal transplant vascular complications: the role of Doppler ultrasound», J. Ultrasound, vol. 18, n.o 2, pp. 101-107, abr. 2014, doi: 10.1007/s40477-014-0085-6.

6. A. K. Keller, T. M. Jorgensen, y B. Jespersen, «Identification of Risk Factors for Vascular Thrombosis May Reduce Early Renal Graft Loss: A Review of Recent Literature», J. Transplant., vol. 2012, 2012, doi: 10.1155/2012/793461.

7. D. Dimitroulis et al., «Vascular Complications in Renal Transplantation: A Single-Center Experience in 1367 Renal Transplantations and Review of the Literature», Transplant. Proc., vol. 41, n.o 5, pp. 1609-1614, jun. 2009, doi: 10.1016/j.transproceed.2009.02.077.

8. A. Srivastava, J. Kumar, S. Sharma, Abhishek, M. S. Ansari, y R. Kapoor, «Vascular complication in live related renal transplant: An experience of 1945 cases», Indian J. Urol., vol. 29, n.o 1, p. 42, ene. 2013, doi: 10.4103/0970-1591.109983.

9. F. Fervenza, R. Lafayette, E. Alfrey, y J. Petersen, «Renal artery stenosis in kidney transplants», Am. J. Kidney Dis., vol. 31, n.o 1, pp. 142-148, ene. 1998, doi: 10.1053/ajkd.1998.v31.pm9428466.

10. J. Buturović-Ponikvar, «Renal transplant artery stenosis», Nephrol. Dial. Transplant. Off. Publ. Eur. Dial. Transpl. Assoc. – Eur. Ren. Assoc., vol. 18 Suppl 5, pp. v74-77, jul. 2003, doi: 10.1093/ndt/gfg1054.

11. P. Pappas et al., «Angioplasty and Stenting of Arterial Stenosis Affecting Renal Transplant Function», Transplant. Proc., vol. 40, n.o 5, pp. 1391-1396, jun. 2008, doi: 10.1016/j.transproceed.2008.04.016.

12. M. Rengel et al., «Renal artery stenosis after kidney transplantation: Diagnostic and therapeutic approach», Kidney Int., vol. 54, pp. S99-S106, dic. 1998, doi: 10.1038/sj.ki.4490573.

13. E. Siskind et al., «Significance of elevated transplant renal artery velocities in the postoperative renal transplant patient», Clin. Transplant., vol. 27, n.o 2, pp. E157-E160, 2013, doi: 10.1111/ctr.12075.

14. F. J. B. Revilla, R. M. Letosa, y J. P. Santos, «UTILIDAD DE LA ECOGRAFÍA Y EL ECO-DOPPLER EN EL TRASPLANTE RENAL.», p. 10.

15. L.-X. Chen et al., «Angioplasty vs stent in the treatment of transplant renal artery stenosis», Clin. Transplant., vol. 32, n.o 4, p. e13217, abr. 2018, doi: 10.1111/ctr.13217.

16. B. F. Henning et al., «Percutaneous transluminal angioplasty as first-line treatment of transplant renal artery stenosis», Clin. Nephrol., vol. 71, n.o 5, pp. 543-549, may 2009.

17. M. Rivera, J. Villacorta, S. Jiménez-Alvaro, y C. Quereda, «Asymptomatic Large Extracapsular Renal Pseudoaneurysm Following Kidney Transplant Biopsy», Am. J. Kidney Dis., vol. 57, n.o 1, pp. 175-178, ene. 2011, doi: 10.1053/j.ajkd.2010.07.020.

18. R. H. Sosa-Barrios et al., «Arteriovenous fistulae after renal biopsy: diagnosis and outcomes using Doppler ultrasound assessment», BMC Nephrol., vol. 18, dic. 2017, doi: 10.1186/s12882-017-0786-0.

19. M. E. Lockhart, C. G. Wells, D. E. Morgan, N. S. Fineberg, y M. L. Robbin, «Reversed Diastolic Flow in the Renal Transplant: Perioperative Implications Versus Transplants Older Than 1 Month», Am. J. Roentgenol., vol. 190, n.o 3, pp. 650-655, mar. 2008, doi: 10.2214/AJR.07.2666.

20. O. Saarinen, K. Salmela, J. Ahonen, y J. Edgren, «Reversed diastolic blood flow at duplex Doppler. A sign of poor prognosis in renal transplants», Acta Radiol. Stockh. Swed. 1987, vol. 35, n.o 1, pp. 10-14, ene. 1994.

Nefrología al día · Sociedad Española de Nefrología · ISSN 2659-2606
https://nefrologiaaldia.org/articulo/ecografia-doppler-y-complicaciones-vasculares-del-trasplante-renal/