



Valoración ecográfica de la estenosis de la arteria renal: guía para residentes.

Ana Belén Martínez Segura, David San Leandro Pardo, Francisco José Cárceles Moreno, Cristina Rodríguez Oquiñena, María José Martínez Cutillas, Manuel Santa-Olalla González.

Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca,
Murcia.



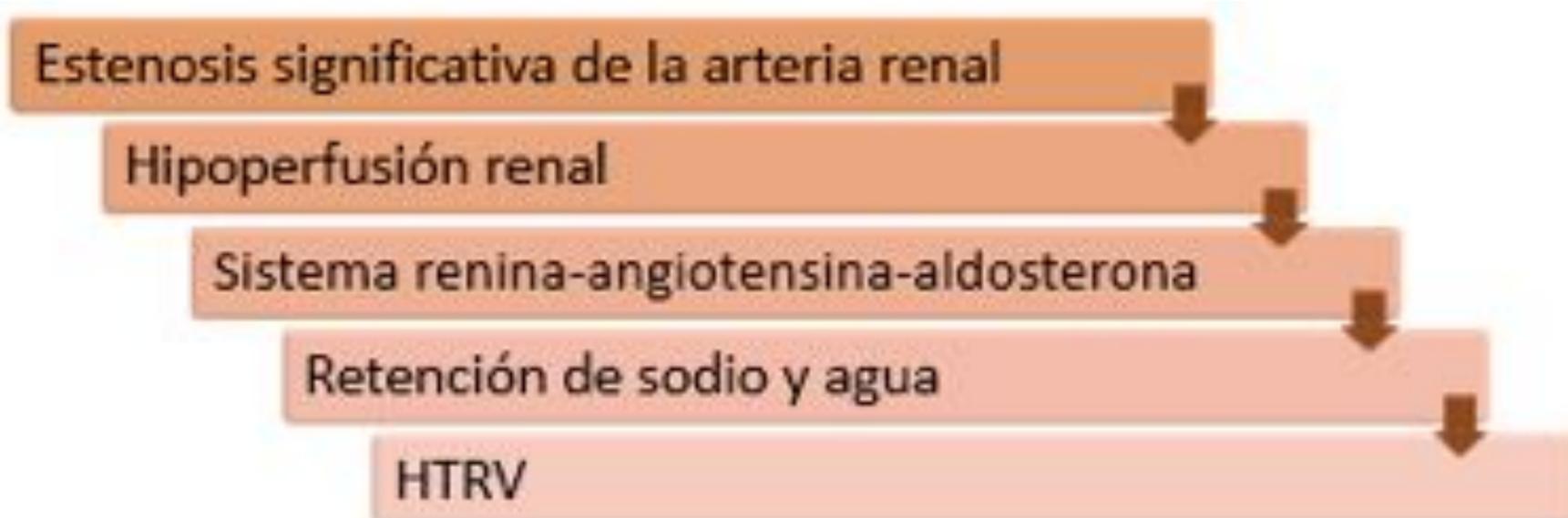
Objetivos docentes:

- Repasar las principales causas de hipertensión arterial (HTA), centrándonos en la hipertensión renovascular (HTRV).
- Comentar las pruebas de imagen disponibles para el estudio de la HTRV, haciendo énfasis en la ecografía.
- Describir la exploración, los hallazgos ecográficos y los criterios diagnósticos de la estenosis de la arteria renal.



Revisión del tema:

1. INTRODUCCIÓN [1-5]



Principal causa de HTA secundaria.

1-5% de los pacientes hipertensos.

15-30% con criterios clínicos sugestivos de HTRV presentan estenosis de arteria renal.

Arteriosclerosis	Displasia fibromuscular
90%	10%
> 50-55 años	Mujeres, 30-50 años
Ostium y 1/3 proximal de arteria renal	2/3 distales de arteria renal, pero puede afectar al 1/3 proximal
Si hallazgo incidental → no tratamiento	Rara enfermedad vascular, idiopática, no inflamatoria y no arteriosclerótica. Predilección por las arterias renales, de predominio derecho (40% bilateral). Afecta mayoritariamente a la capa media de la pared del vaso.

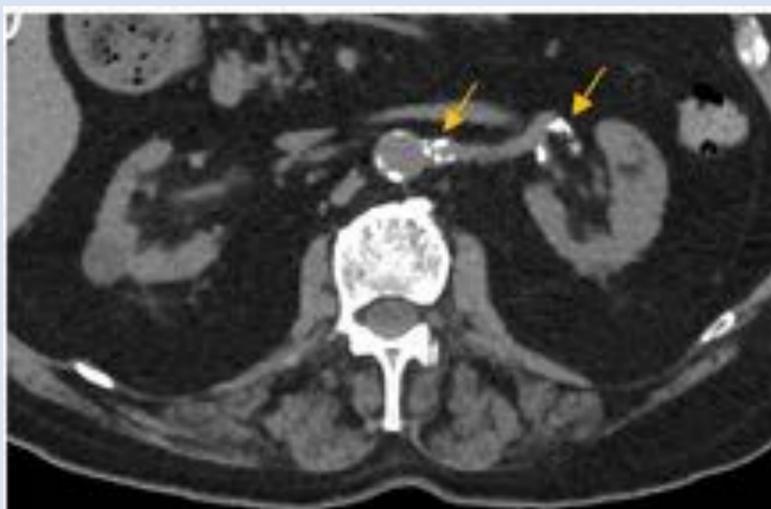


Tabla 1. Resumen de las principales causas de HTRV [1,2,4,6,7]. Fuente: elaboración propia.



2. DIAGNÓSTICO

El radiólogo debe estar familiarizado con el papel de cada técnica y con los hallazgos característicos [4].

Objetivos: identificar la arteria renal, localizar la estenosis, determinar la repercusión hemodinámica y detectar patologías asociadas que tengan transcendencia en el tratamiento [3].



Las pruebas de imagen están indicadas si, en caso de detectar estenosis clínicamente significativa, se planteara llevar a cabo un tratamiento endovascular [1,7].



Las pruebas no deben realizarse en pacientes con probabilidad baja o moderada de tener estenosis clínicamente significativa o si responden al tratamiento médico [7].

	Patrón de oro	Cribado: pruebas no invasivas
Pruebas de imagen	Arteriografía	Ecografía-Doppler Angio-TC Angio-RM
Indicaciones	Pruebas no invasivas positivas y paciente candidato a revascularización	No insuficiencia renal
		Ecografía-Doppler, angio-TC o angio-RM
	HTA severa con alta sospecha clínica de HTRV (aún si angio-TC o angio-RM negativas)	Insuficiencia renal
		Ecografía-Doppler, angio-TC (con profilaxis) o RM sin contraste
		Si salen negativas, no descartan estenosis renal

Tabla 2. Resumen de las pruebas de imagen disponibles para el estudio de estenosis de arteria renal [1,4,7,8]. Angio-TC: Angiografía por Tomografía Computarizada. Angio-RM: Angiografía por Resonancia Magnética. Fuente: elaboración propia.



3. ECOGRAFÍA-DOPPLER

Características	
<p>1ª prueba a realizar.</p> <p>Modo B → información anatómica.</p> <p>Modo Doppler → evaluación funcional (medir parámetros hemodinámicos).</p> <p>Permite mediciones seriadas para determinar progresión, seleccionar pacientes para revascularización y detectar reestenosis.</p>	
Ventajas	Inconvenientes
<p>Barata.</p> <p>Reproducible.</p> <p>Sensibilidad (S) 70-90%.</p> <p>Especificidad (E) 70%.</p> <p>Detecta afectación uni y bilateral.</p> <p>No se afecta por fármacos, nivel de función renal ni si la enfermedad es uni o bilateral o paciente monorreno.</p>	Factores técnicos
	<p>Operador-dependiente.</p> <p>Tiempo de aprendizaje y realización.</p> <p>Estudios no concluyentes.</p> <p>No diferencia estenosis moderadas (60-79%) de severas (80-99%).</p>
	Factores anatómicos
	<p>Arterias: profundidad, tortuosidad, variantes anatómicas.</p> <p>Movimientos respiratorios.</p> <p>Gas intestinal.</p>
Indicaciones	
<ul style="list-style-type: none"> • HTA de comienzo agudo o rápida progresión a cualquier edad, comienzo antes de los 18 años o antes de los 30 años sin historia familiar, HTA brusca después de los 55 años e HTA severa en pacientes pediátricos y adultos jóvenes. • HTA refractaria al tratamiento médico (al menos con 3 fármacos). • HTA asociada a deterioro de la función renal sin causa conocida que lo justifique, incluido el inducido por inhibidores del sistema renina-angiotensina (IECAs, ARA-II e inhibidores de renina). • Asimetría del tamaño renal de más de 1,5 cm que no puede ser explicada por otro motivo. • Auscultación de soplo abdominal. • Vasculopatía en otras localizaciones. • Control postratamiento endovascular. • HTA moderada-severa en pacientes con edema agudo de pulmón recurrente. 	

Tabla 3. Ecografía-Doppler en el estudio de estenosis de arteria renal [1-3,7-11]. IECAs: Inhibidores de la Enzima Convertidora de Angiotensina. ARA-II: Antagonistas de los Receptores de Angiotensina II. Fuente: elaboración propia.



3.1. REALIZACIÓN DE LA ECOGRAFÍA-DOPPLER

Repaso anatómico

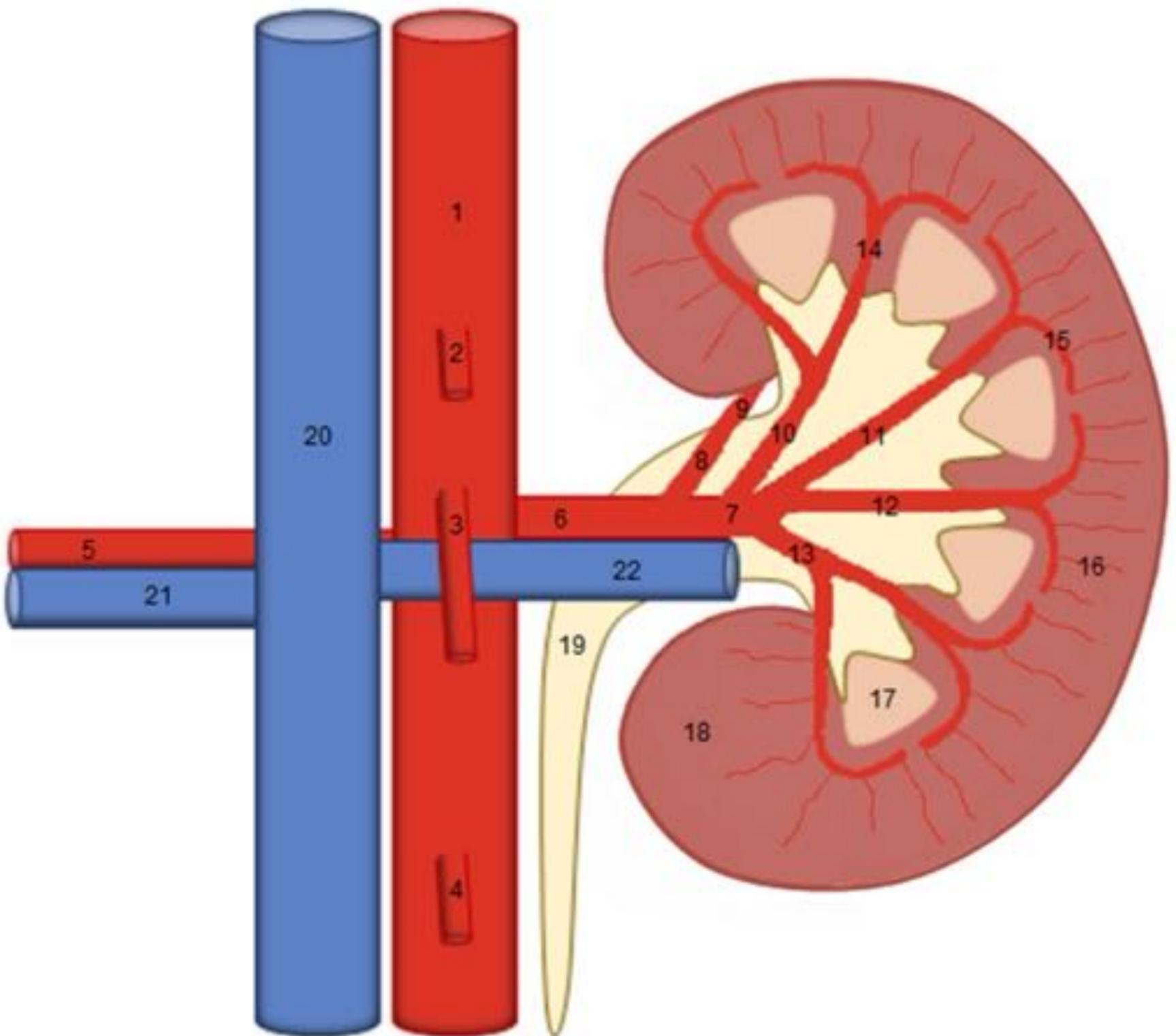


Fig. 1. Anatomía vascular renal. 1 Aorta, 2 Tronco celíaco, 3 A. Mesentérica superior, 4 A. Mesentérica inferior, 5 A. Renal derecha, 6 A. Renal izquierda, 7. Rama anterior, 8. Rama posterior, 9 A. Segmentaria posterior, 10 A. Segmentaria superior, 11 A. Segmentaria anterosuperior, 12 A. Segmentaria anteroinferior, 13 A. Segmentaria inferior, 14 A. Interlobar, 15 A. Arciforme, 16. A. Interlobulillar, 17 Médula renal (pirámide), 18 Corteza renal, 19 Vía urinaria, 20 Vena cava inferior, 21 V. Renal derecha y 22 V. Renal izquierda. Fuente: elaboración propia.

Arterias renales accesorias: 25-30%. Sospechar si la arteria renal principal tiene menor calibre (normal: 5-10 mm) [3].

Detectar variantes → su estenosis puede tener también repercusión [11].



Aspectos técnicos

8h de ayuno → reducir gas intestinal.

Transductor convexo de alta frecuencia (3,5-5 MHz).

Ajustar parámetros técnicos.

Ventanas de exploración	
Mesogastrio	Flancos
Decúbito supino con las manos detrás de la cabeza y el cabecero de la camilla elevado 30º.	Decúbito supino o decúbito lateral opuesto al lado que se quiere explorar.
Cortes transversales (Fig. 2 y 3) y longitudinales (± angulación).	Cortes longitudinales.
Aorta, ostium* y tercios proximales de las arterias renales principales.	Riñones, tercios medio y distal de las arterias renales principales** y arterias intrarrenales (Fig. 6 y 7).
*También se visualizan en decúbito lateral izquierdo y transductor longitudinal: vista de “piel de plátano” o “banana peel” (imagen obtenida similar a un plátano a medio pelar, Fig. 4 y 5).	**También se pueden evaluar en cortes transversales.

Tabla 4. Ventanas de exploración ecográfica para el estudio de estenosis de arteria renal [3,11]. Fuente: elaboración propia.

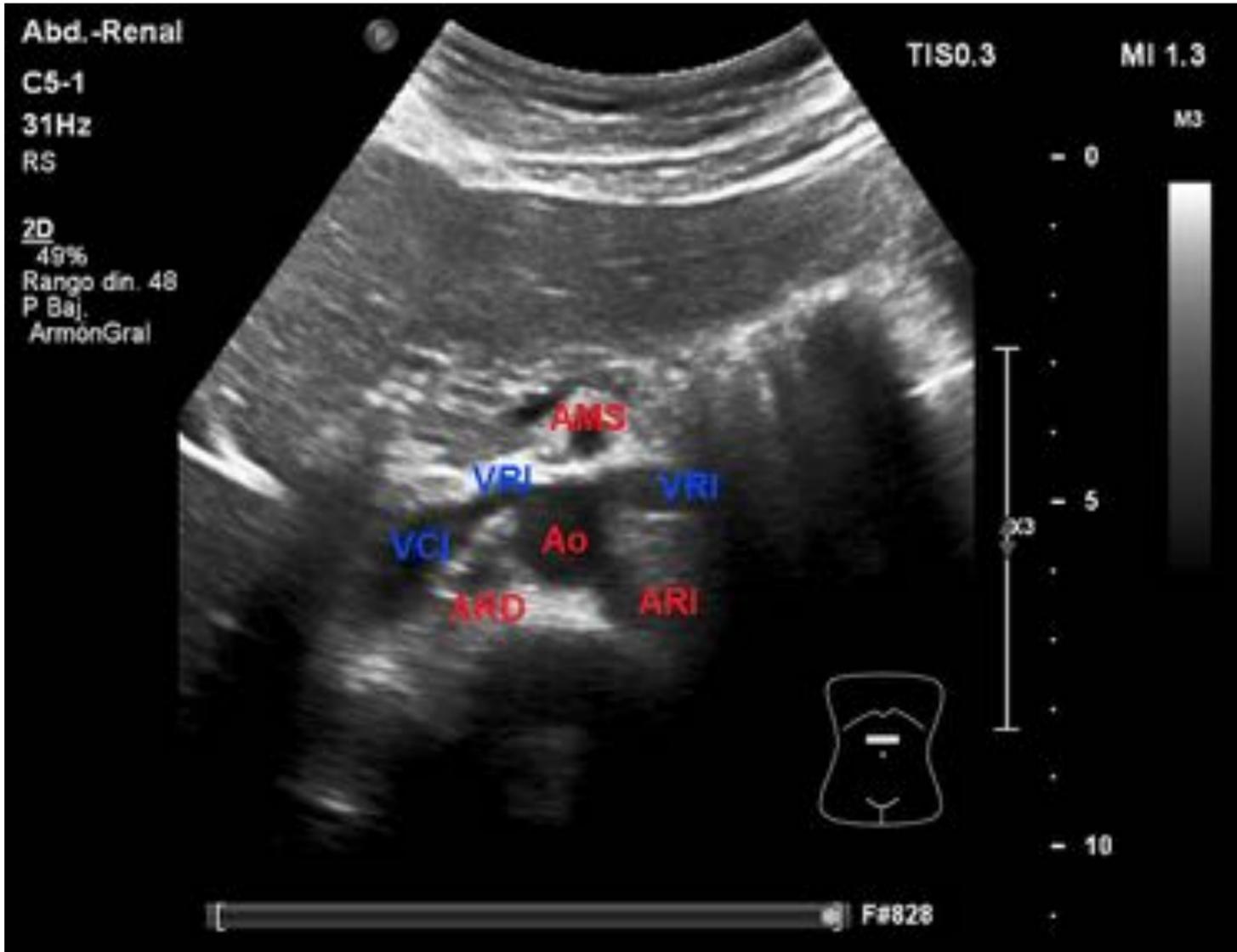


Fig. 2. Corte transversal en mesogastrio en decúbito supino. Escala de grises. Ao: aorta, AMS: arteria mesentérica superior, ARD: arteria renal derecha, ARI: arteria renal izquierda, VCI: vena cava inferior, VRI: vena renal izquierda.

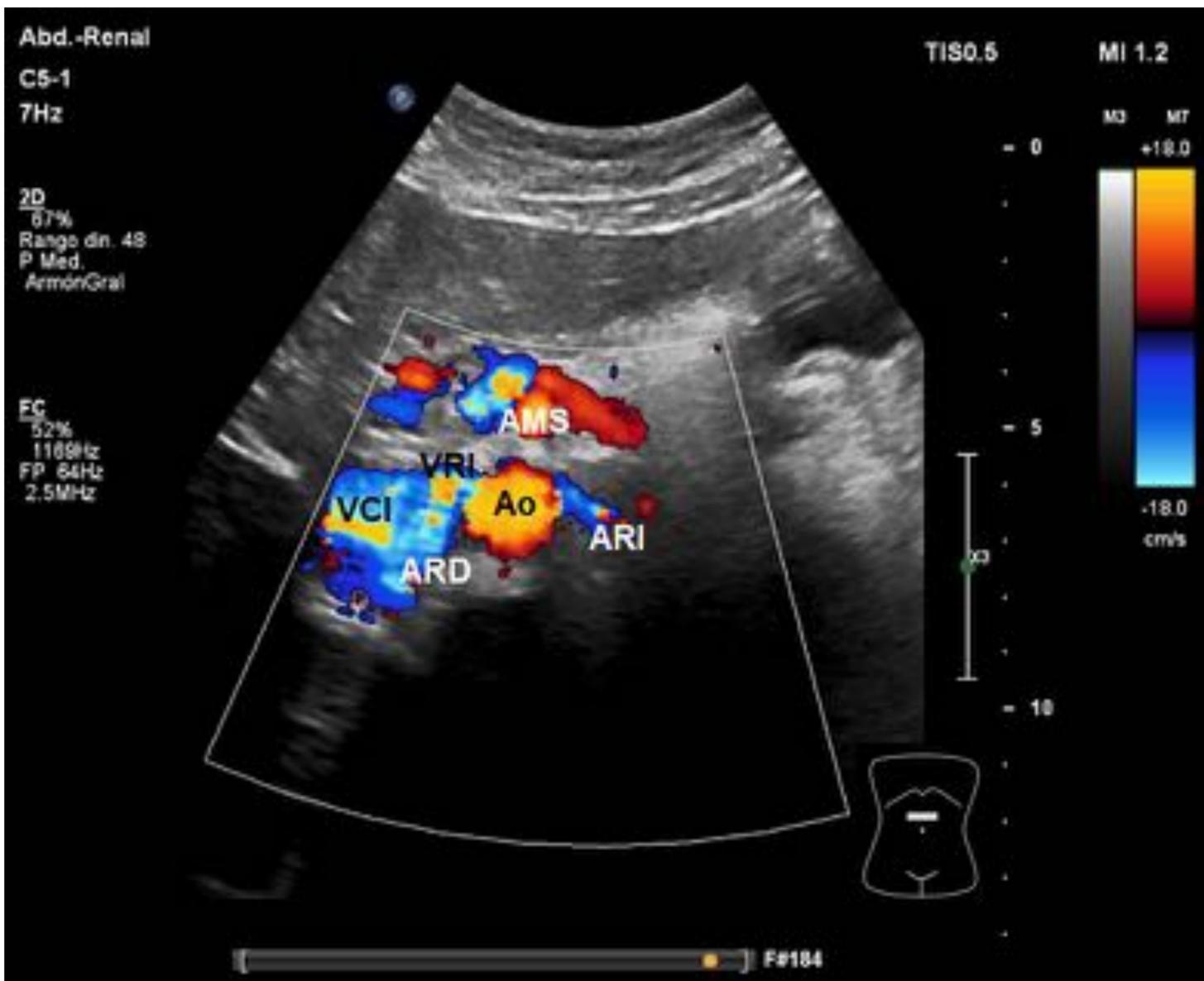


Fig. 3. Corte transversal en mesogastrio en decúbito supino. Doppler color. Ao: aorta, AMS: arteria mesentérica superior, ARD: arteria renal derecha, ARI: arteria renal izquierda, VCI: vena cava inferior, VRI: vena renal izquierda.

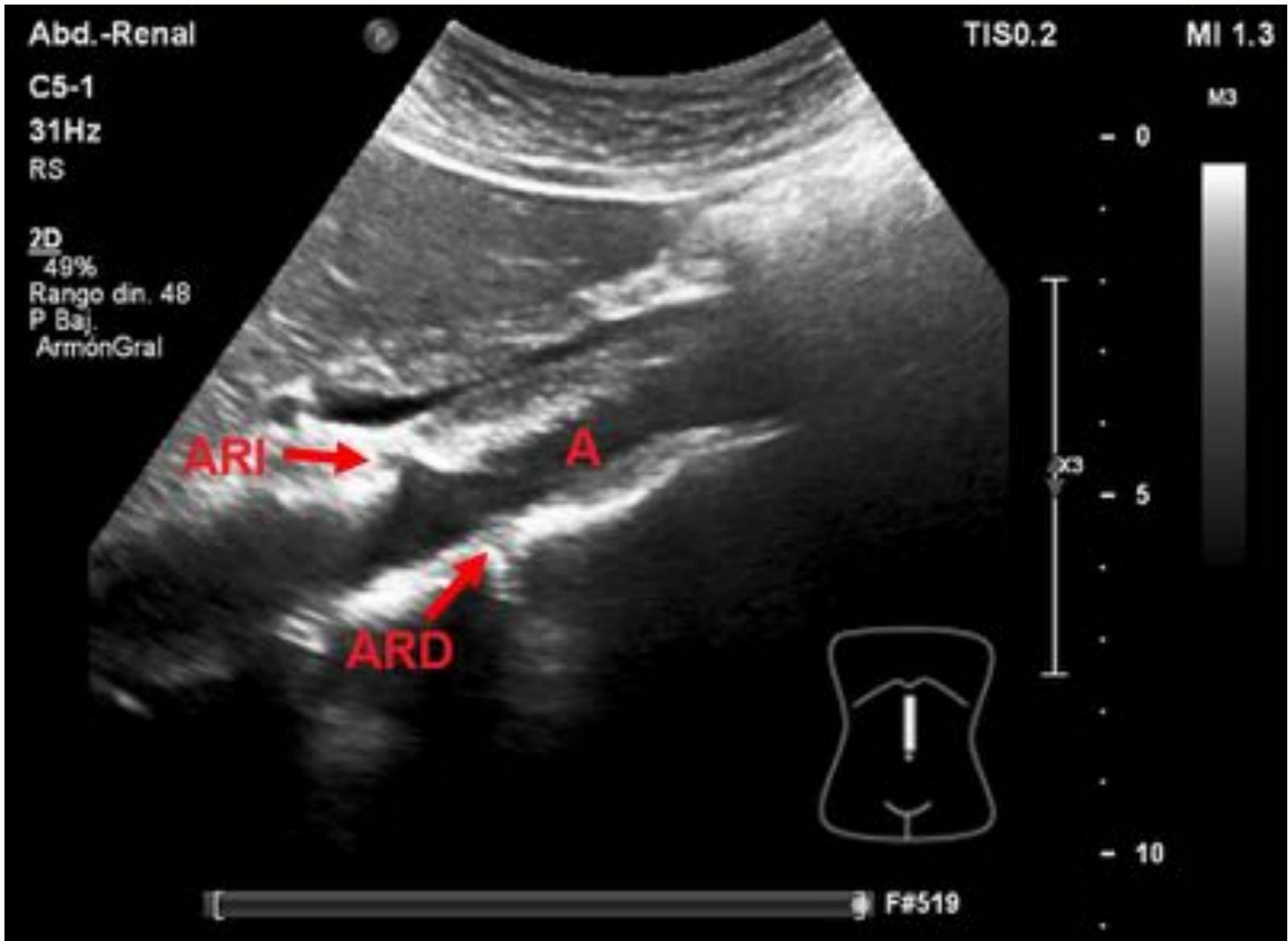


Fig. 4. Corte longitudinal en mesogastrio en decúbito lateral izquierdo. Escala de grises. Vista de “piel de plátano”. A: aorta, ARD: arteria renal derecha, ARI: arteria renal izquierda.



Fig. 5. Corte longitudinal en mesogastrio en decúbito lateral izquierdo. Doppler color. Vista de “piel de plátano”. A: aorta, ARD: arteria renal derecha, ARI: arteria renal izquierda.



Fig. 6. Corte longitudinal en flanco derecho con el paciente en decúbito supino. Doppler color: hilio y arterias intrarrenales de riñón derecho.

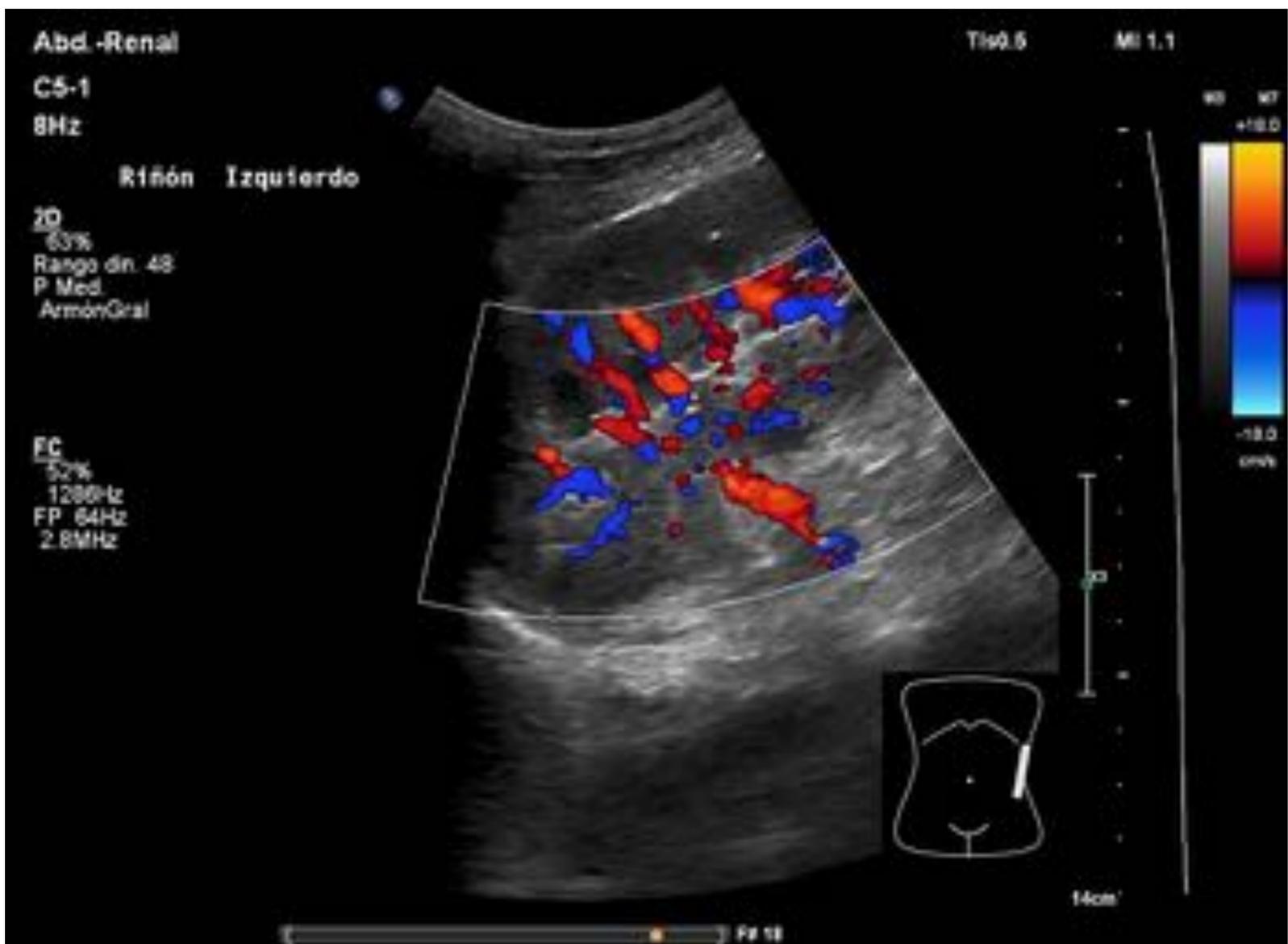


Fig. 7. Corte longitudinal en flanco izquierdo con el paciente en decúbito supino. Doppler color: hilio y arterias intrarrenales de riñón izquierdo.



¿Qué hay que medir?

Modo B	Doppler color y pulsado
<p>Riñones: tamaño, morfología, grosor parenquimatoso y ecoestructura. Descartar patología concomitante: masas, litiasis, hidronefrosis.</p> <p>Enfermedad renal: asimetría en el tamaño renal $\geq 1,5$ cm (Fig. 8), adelgazamiento cortical < 1 cm (Fig. 8) y aumento de la ecogenicidad parenquimatosa (Fig.9).</p> <p>Aorta: morfología, calibre, arteriosclerosis.</p> <p>Arterias renales: arteriosclerosis (visualización directa de estenosis).</p>	<p>Doppler color → visualización del árbol vascular.</p> <p>Doppler pulsado → información hemodinámica: parámetros directos e indirectos (Fig. 10-16).</p> <p>Primeros signos de estenosis:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No detección de flujo: oclusión. -<i>Aliasing</i> en el lugar de la estenosis (Fig. 17). -Flujo turbulento: estenosis significativa.

Tabla 5. Valoración ecográfica de estenosis de arteria renal [3,5,11-13]. Fuente: elaboración propia.

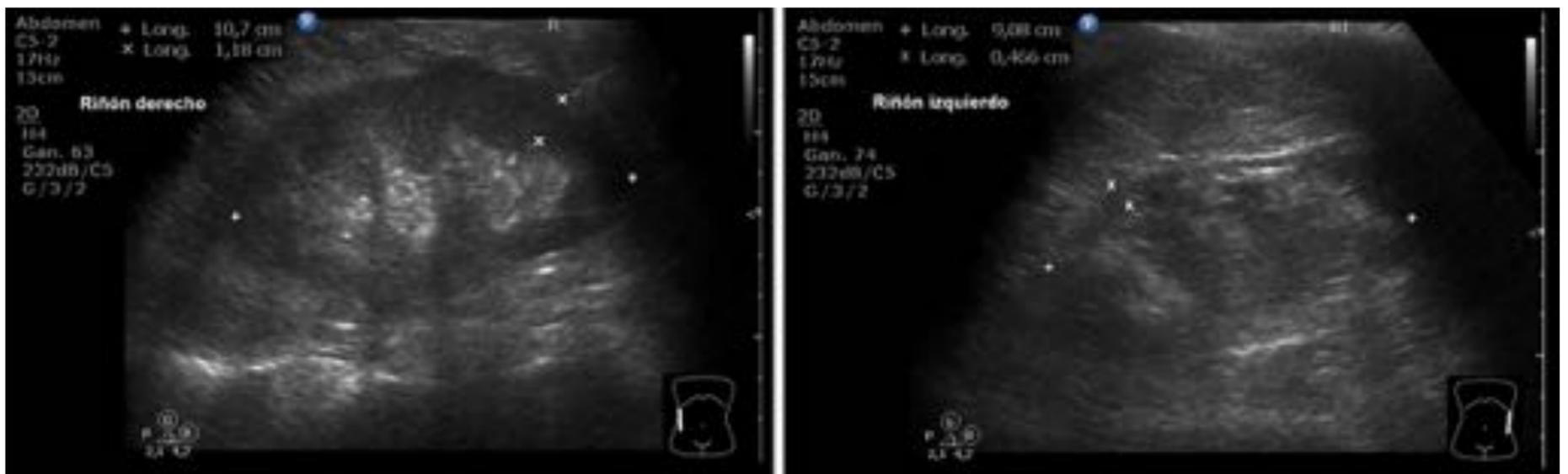


Fig. 8. Asimetría de tamaño renal de más de 1,5 cm y adelgazamiento cortical < 1 cm en riñón izquierdo en paciente con HTRV.



Fig. 9. Hiperecogenicidad bilateral de las pirámides renales: nefrocalcinosis medular.



Fig. 10. Corte longitudinal en mesogastrio en decúbito supino. Doppler color y pulsado de la aorta. Sin hallazgos patológicos.

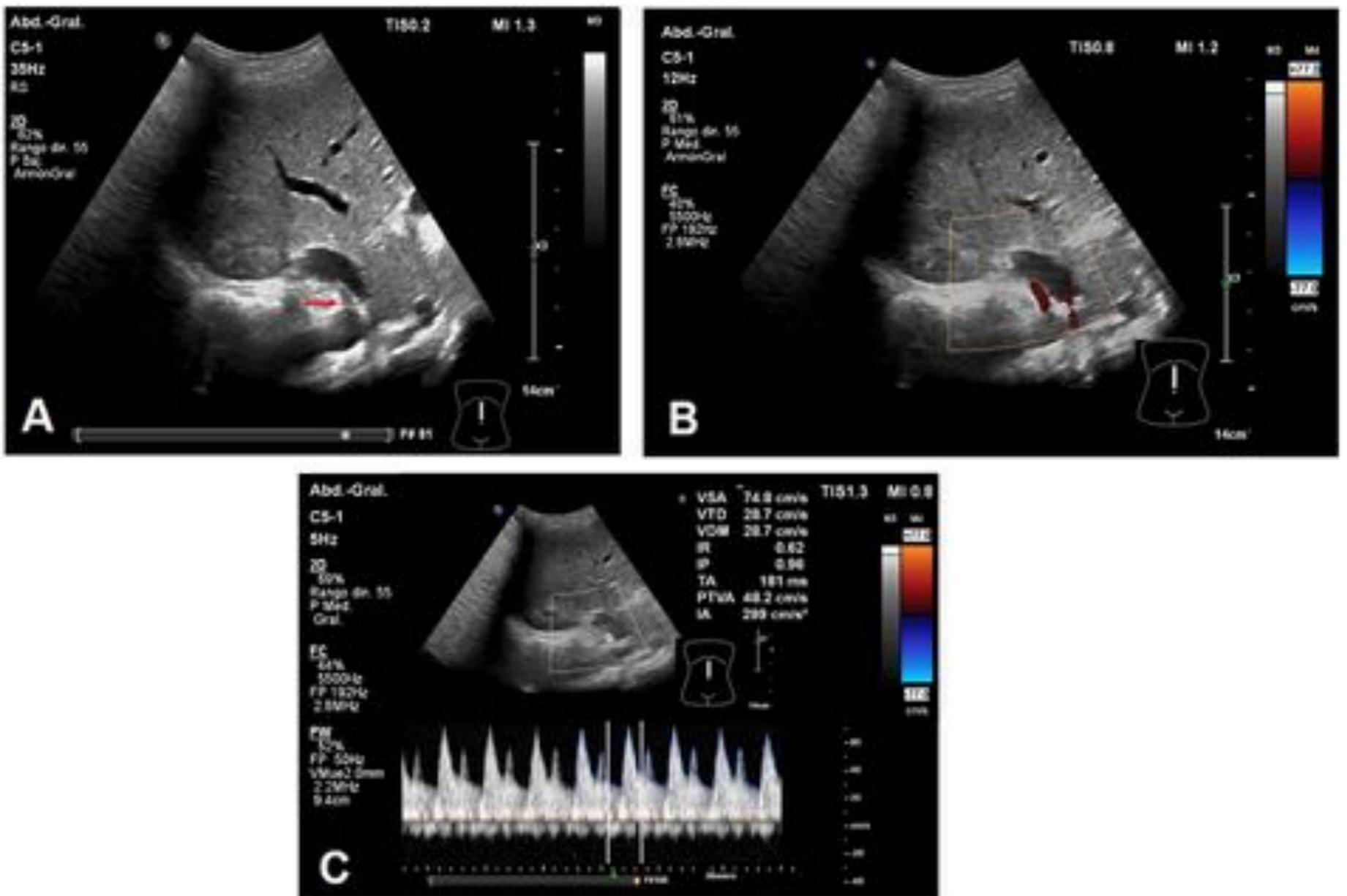


Fig. 11. Cortes longitudinales en mesogastrio en decúbito supino. Escala de grises (A), Doppler color (B) y Doppler pulsado (C) del ostium de la arteria renal derecha (flecha roja en A). Doppler pulsado con superposición de latidos. Sin hallazgos patológicos.

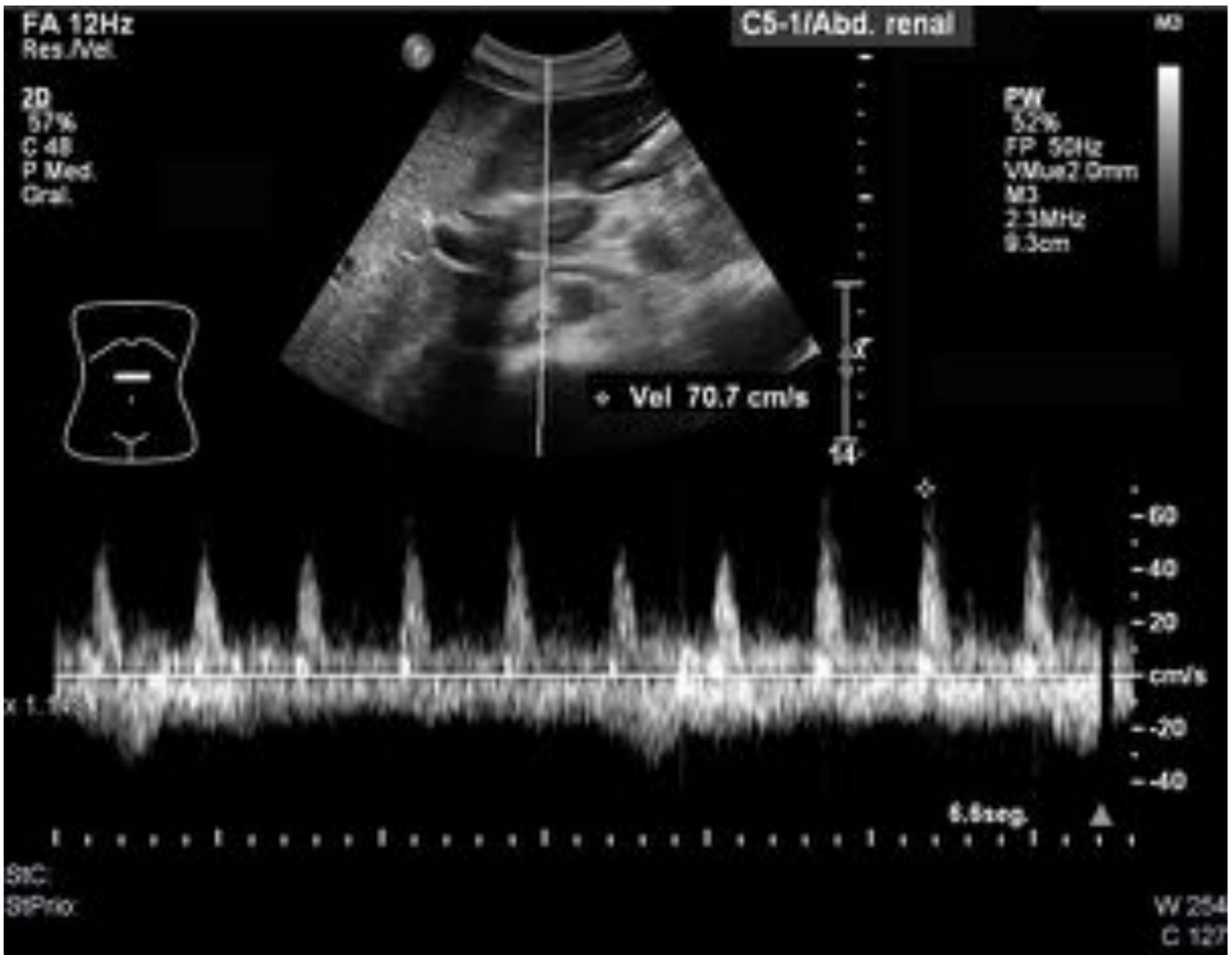


Fig. 12. Corte transversal en mesogastrio en decúbito supino. Doppler pulsado del ostium de la arteria renal derecha. Sin hallazgos patológicos.

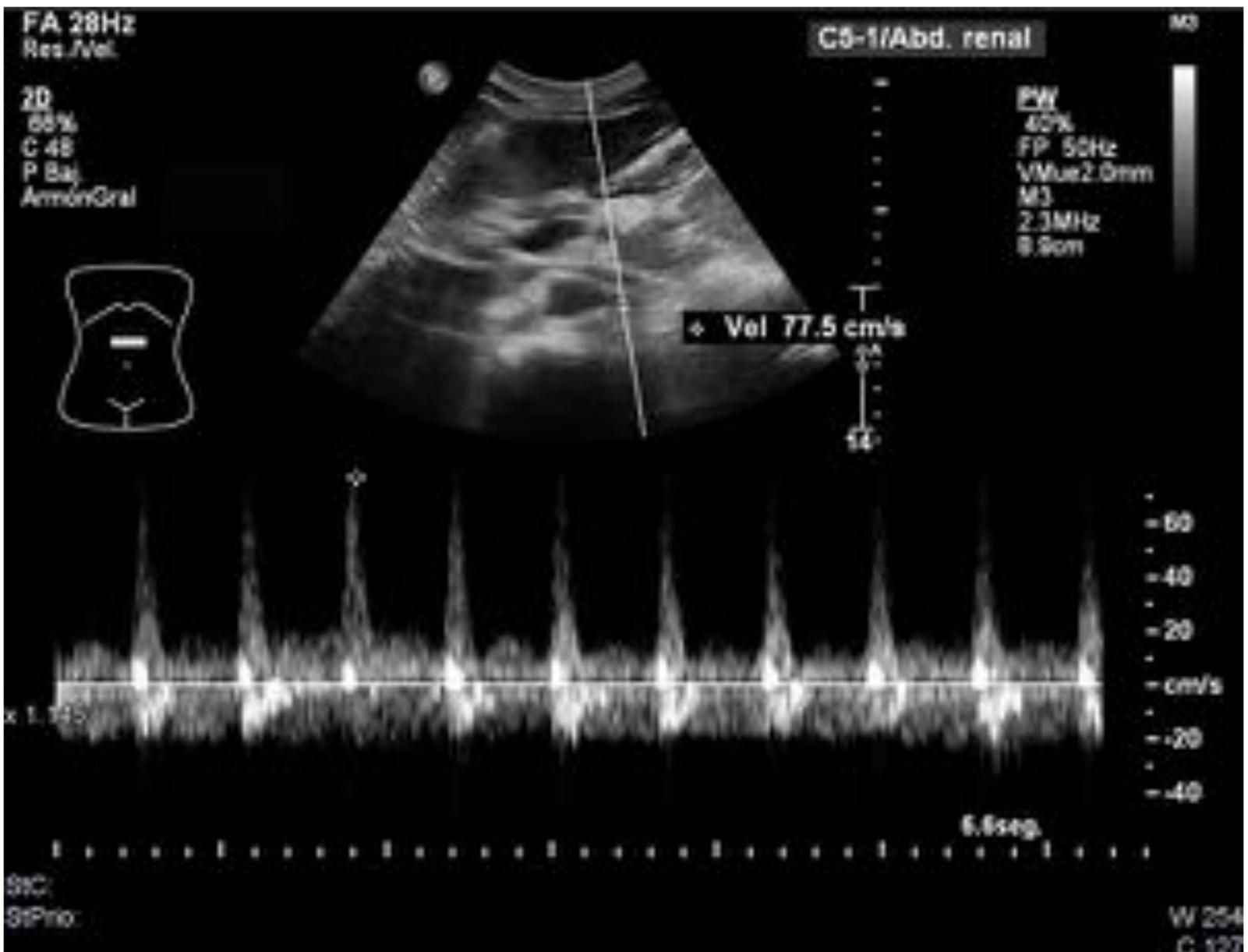


Fig. 13. Corte transversal en mesogastrio en decúbito supino. Doppler pulsado del ostium de la arteria renal izquierda. Sin hallazgos patológicos.

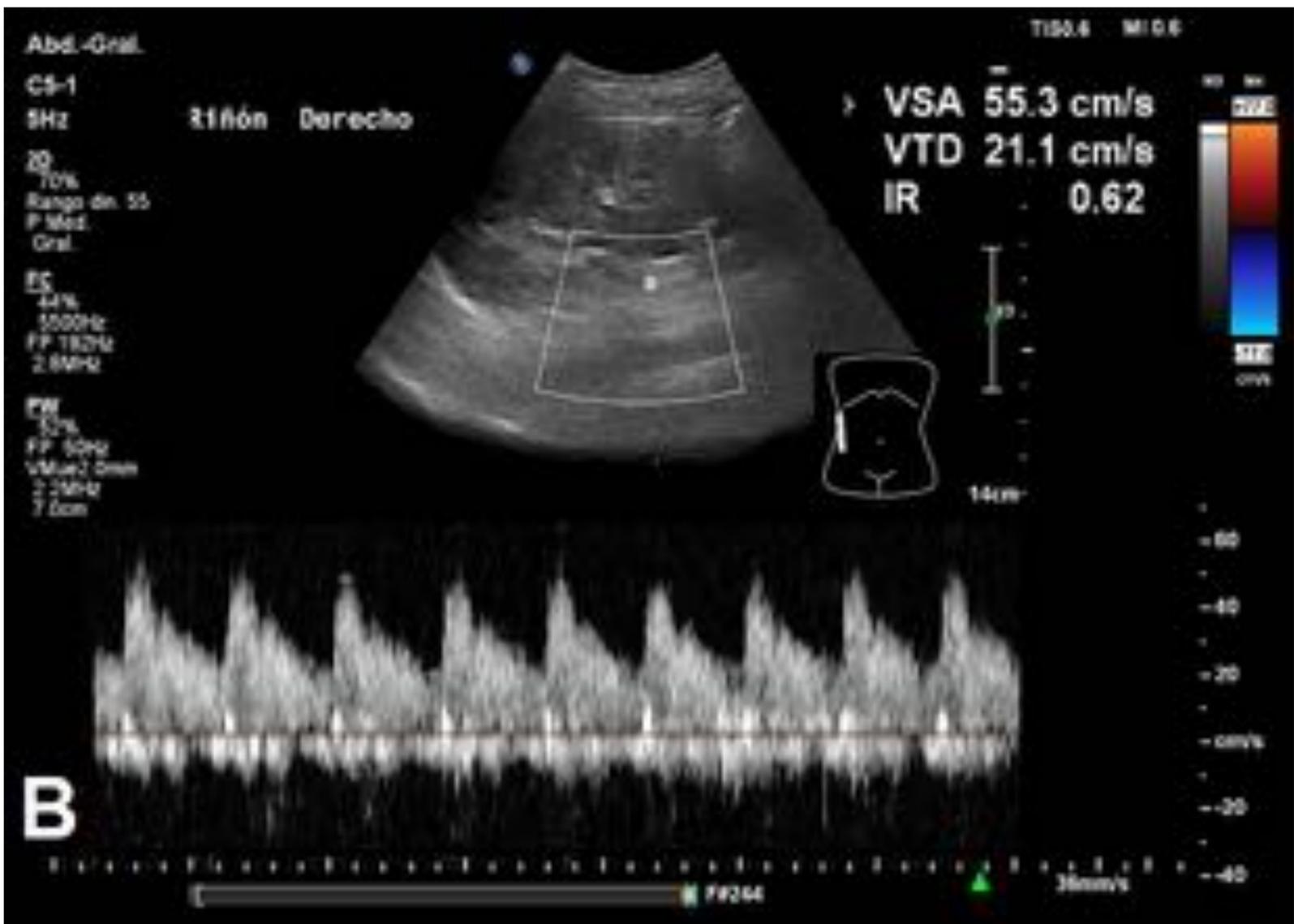
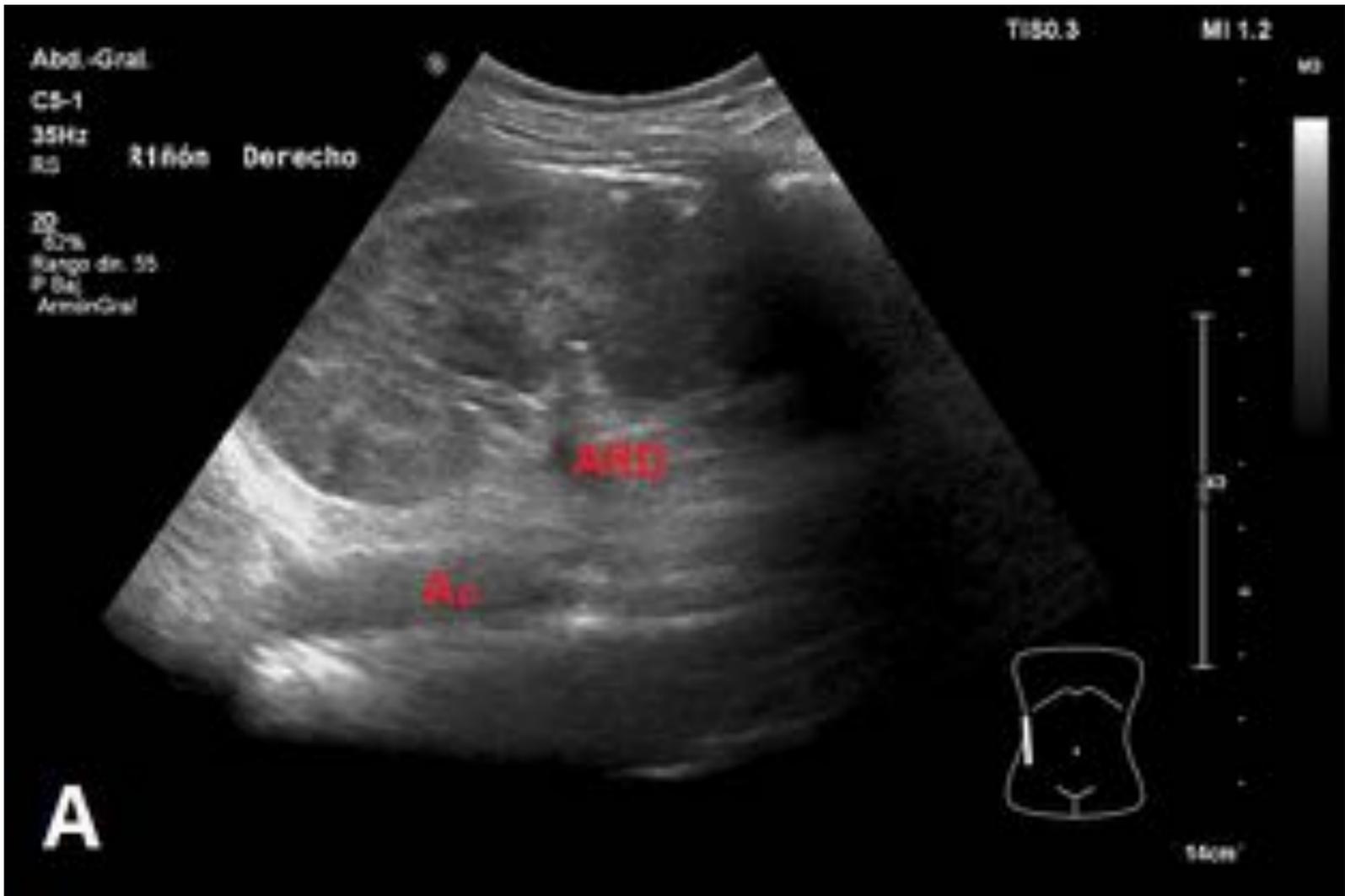


Fig. 14. Cortes longitudinales en flanco derecho en decúbito supino. Escala de grises (A) y Doppler pulsado (B) de la arteria renal derecha. Ao: Aorta, ARD: arteria renal derecha. Sin hallazgos patológicos.

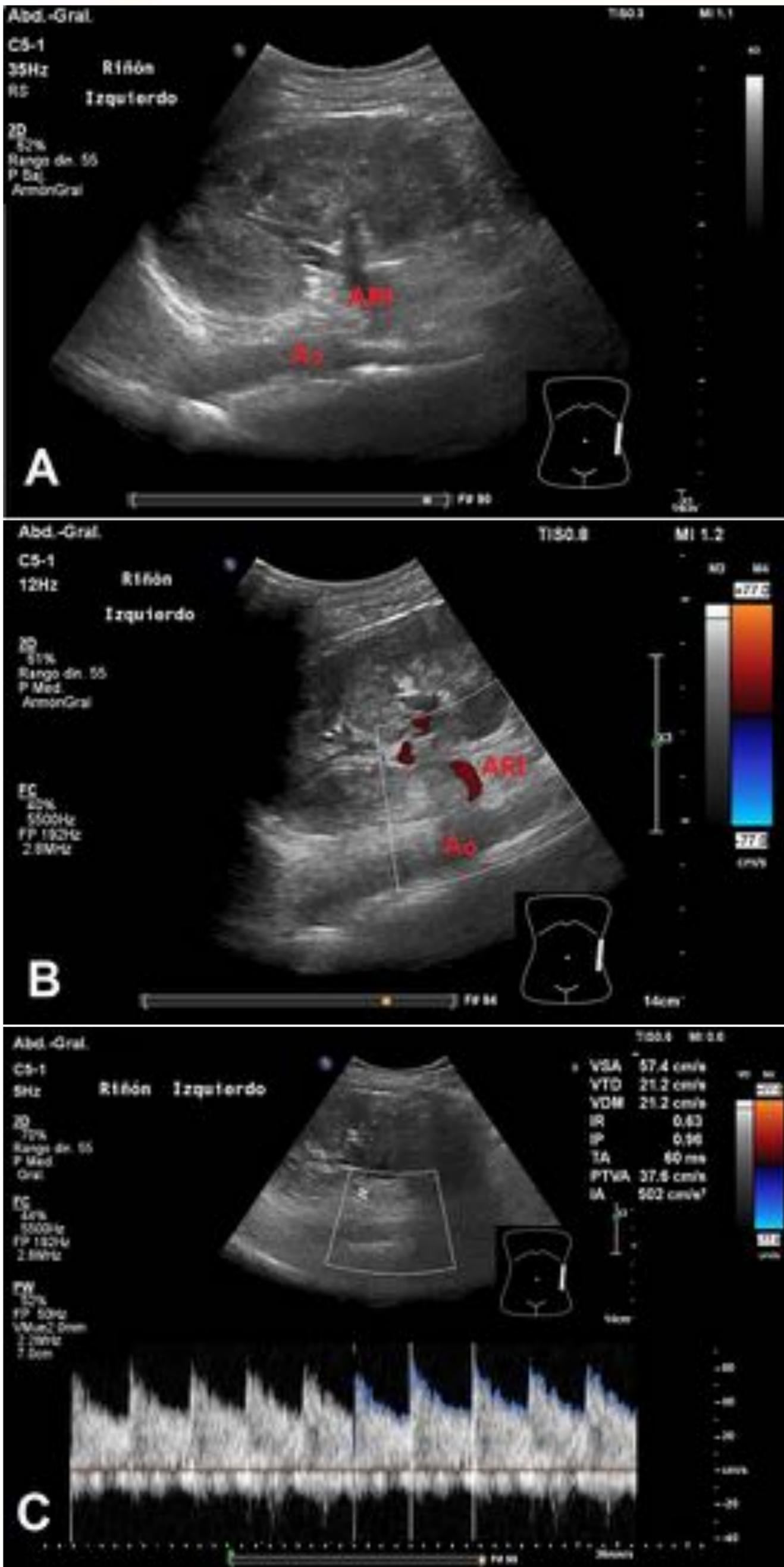


Fig. 15. Cortes longitudinales en flanco izquierdo en decúbito supino. Escala de grises (A), Doppler color (B) y Doppler pulsado (C) de la arteria renal izquierda. Ao: Aorta, ARI: arteria renal izquierda. Sin hallazgos patológicos.

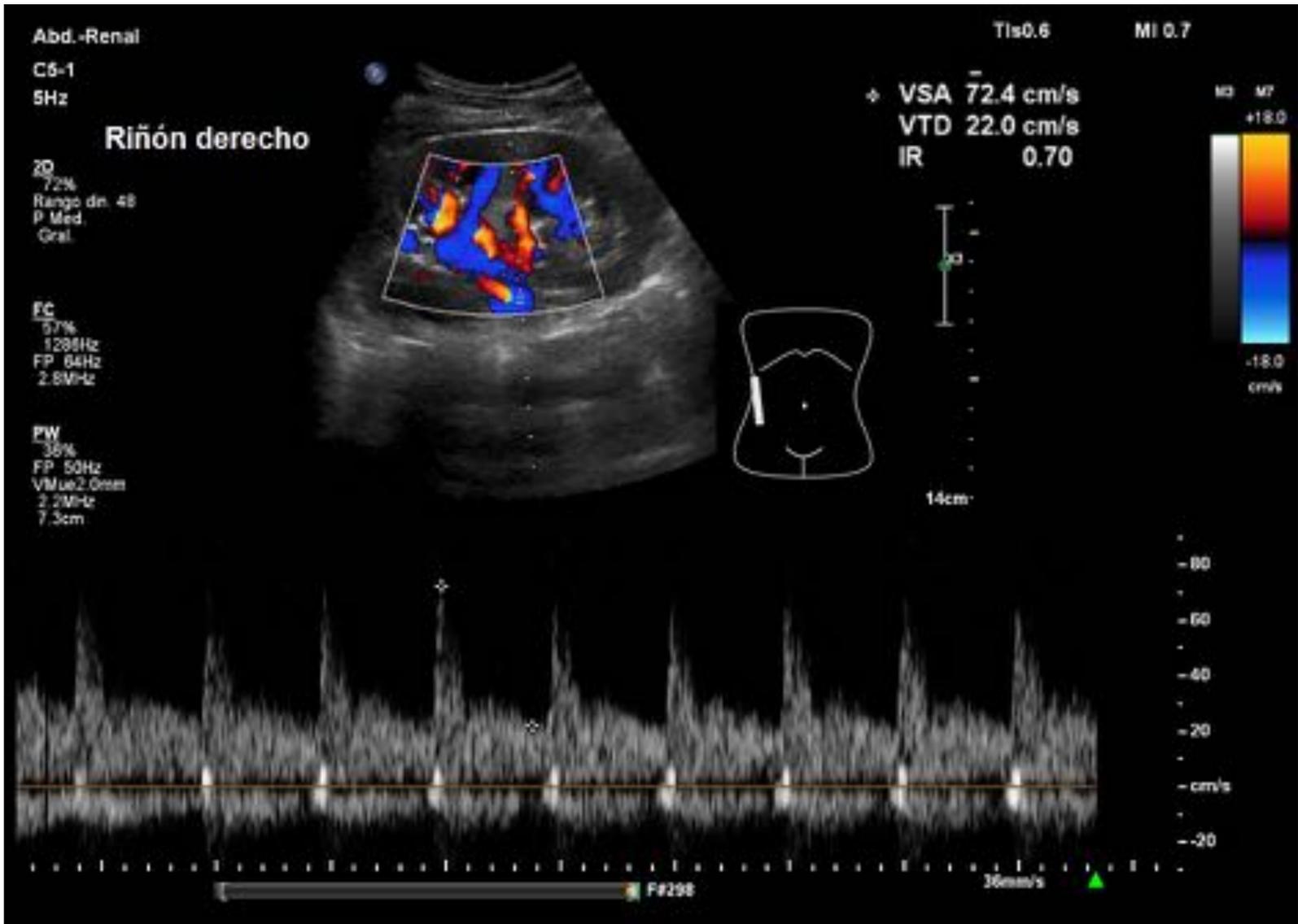


Fig. 16. Corte longitudinal en flanco derecho en decúbito supino. Doppler color y pulsado de la arteria renal derecha a nivel del hilio renal. Sin hallazgos patológicos.

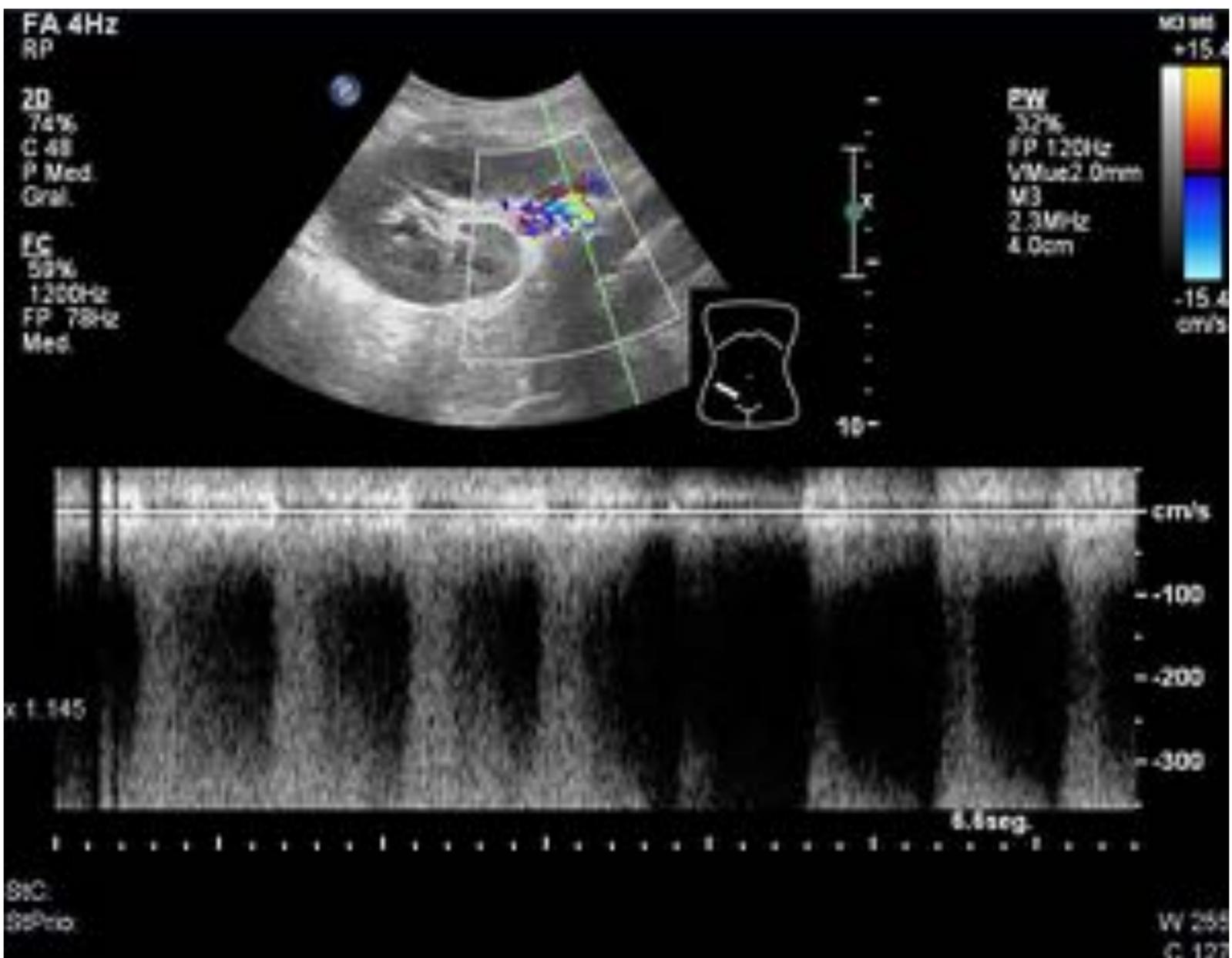


Fig. 17. Corte transversal en fosa ilíaca derecha en decúbito supino. Doppler color y pulsado de la arteria renal. Fenómeno de aliasing en hilio renal en paciente trasplantado con sospecha de estenosis de arteria renal.



Doppler pulsado: parámetros y criterios diagnósticos

Parámetros directos	Parámetros indirectos
Se miden a nivel de la estenosis.	Se miden a nivel intrarrenal, de forma manual o automática.
Realizar al menos 3 mediciones.	Indican repercusión parenquimatosa.
Más fiables y reproducibles.	Alta E, pero baja S. Limitaciones: no detección de estenosis < 50%, no distinción entre oclusión y estenosis crítica, afectación por múltiples arterias polares y no comparación con riñón contralateral en monorrenos o estenosis bilaterales.
VPS: criterio más importante, pero con variabilidad interindividual y puede ↑ en pacientes con HTA sin estenosis. VPS < 150 cm/s: normal. VPS > 180-200 cm/s: estenosis > 60%. Valores intermedios: indeterminado.	VPS intraparenquimatosa no tiene gran utilidad; solo se altera en estenosis significativas > 75%.
VTD > 150 cm/s: estenosis > 80%.	Onda de flujo (Fig. 18-22): <u>Morfología parvus-tardus</u> : su presencia es útil para el diagnóstico, pero su ausencia no lo descarta. <u>IA</u> > 300 cm/s ² : normal. <u>TA</u> < 70 ms: normal. Son menos fiables que el IR.
RRR: VPS estenótica/VPS posestenótica en arteria renal principal, segmentaria o interlobar. RRR > 4: aumentado, aunque depende del segmento comparativo.	
RAR: VPS estenótica / VPS aorta abdominal prerrenal. Si VPS aorta < 40 cm/s, no usar este parámetro. RAR > 3,5: estenosis significativa. Mejor usar el RAR que la VPS.	IR: VPS-VTD / VPS (Fig. 20-22). 3-6 mediciones en arterias segmentarias o interlobares. IR 0,6-0,7: normal. Variaciones intraindividuales → comparar con el riñón contralateral. Diferencia de IR entre ambos riñones < 5%: normal. Sospechar estenosis en el lado con menor IR. IR ≥ 0,8: estenosis de largo tiempo de evolución → mayor daño renal → peor resultado de revascularización.

Tabla 6. Resumen de los parámetros que se pueden medir con el Doppler pulsado. Se recomienda el uso combinado de ambos: S 89% y E 92%. VPS: Velocidad Pico Sistólica, VTD: Velocidad Tele-Diastólica, RRR: Ratio Reno-Renal, RAR: Ratio Reno-Aórtico, IA: Índice de Aceleración, TA: Tiempo de Aceleración, IR: Índice de Resistencia [3,5,9-11,13,14]. Fuente: elaboración propia.

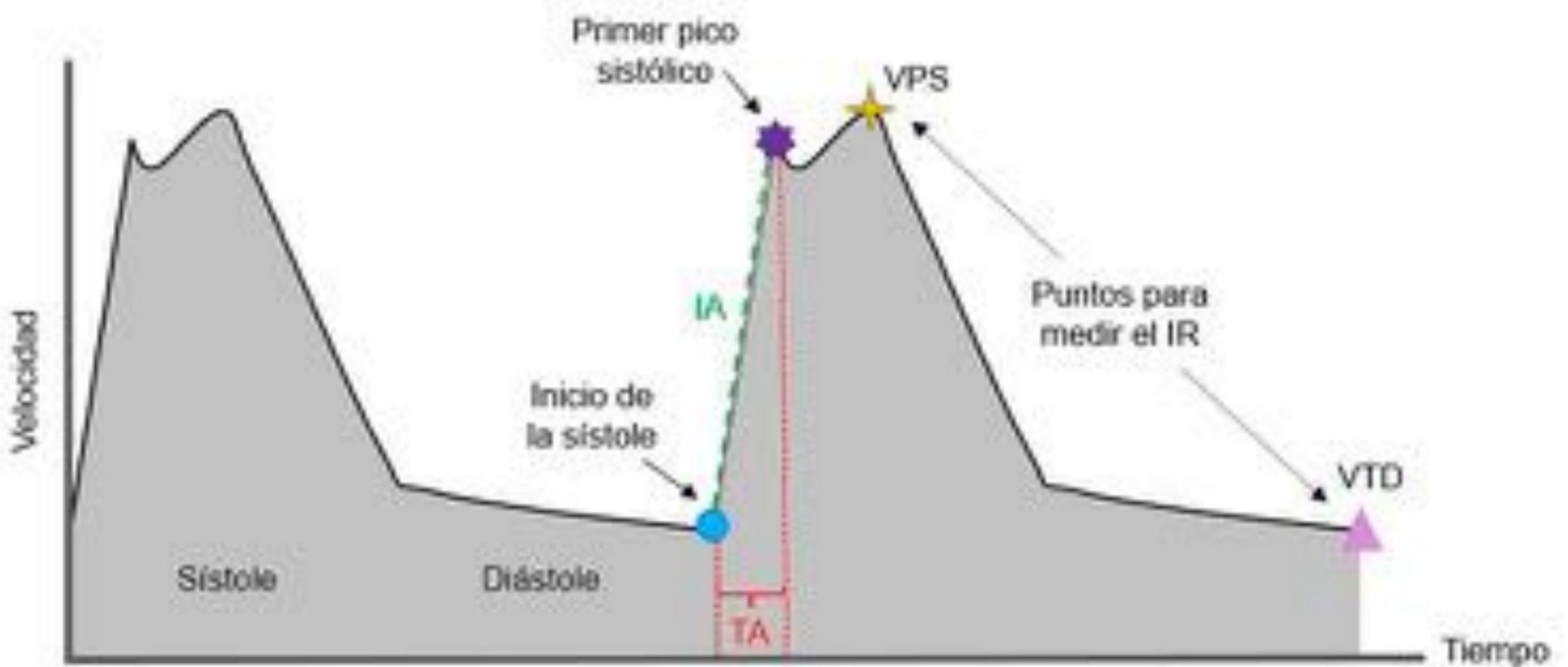


Fig. 18. Onda de flujo intrarrenal con morfología normal: primer ascenso sistólico brusco, segundo ascenso sistólico de mayor duración y diástole. IA: pendiente de la onda sistólica inicial, medida desde el inicio de la sístole al final del pico sistólico inicial. TA: desde el inicio de la sístole hasta el final del pico sistólico inicial. El punto exacto de la terminación del pico sistólico inicial no necesariamente representa el punto más elevado de la onda (VPS) [9]. Fuente: elaboración propia.

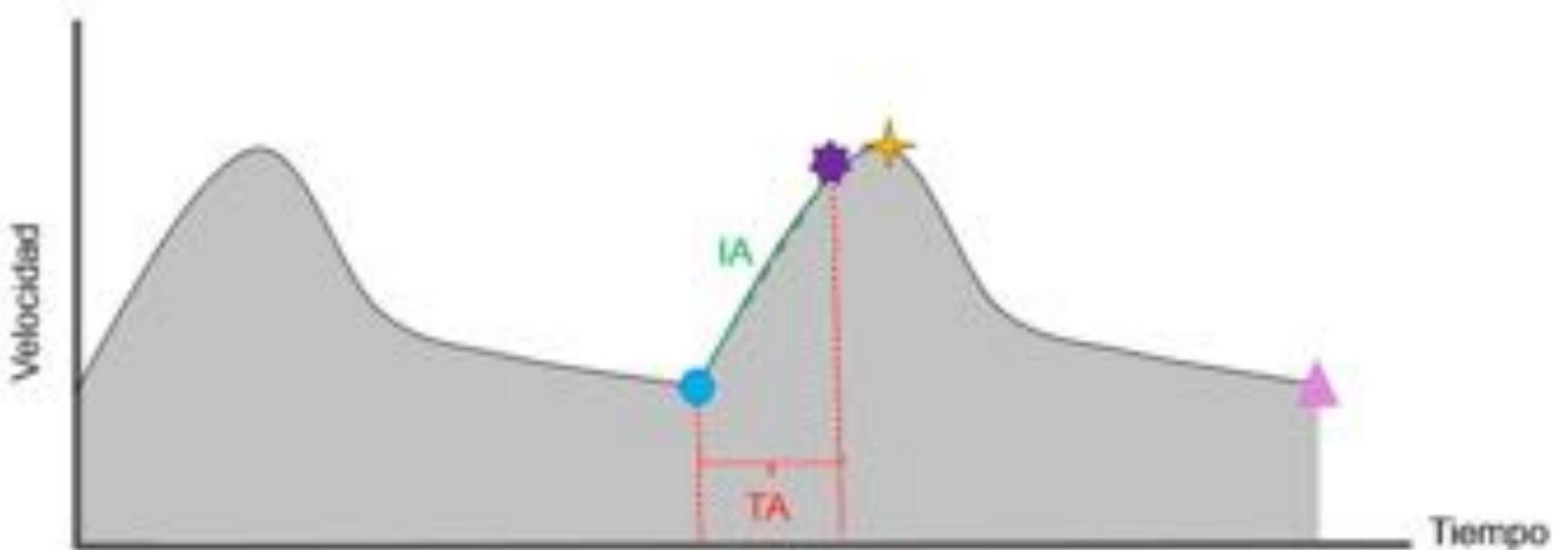


Fig. 19. Onda de flujo intrarrenal con morfología parvus-tardus. Parvus (pequeño): descenso o aplanamiento del pico sistólico inicial, lo que indica una velocidad lenta (disminución del IA: menor pendiente de la onda sistólica). Tardus (tardío): retraso o prolongación de la aceleración sistólica (pérdida del pico sistólico inicial), con el consecuente aumento del tiempo para alcanzar el pico sistólico inicial (aumento del TA) [3,10]. Fuente: elaboración propia.

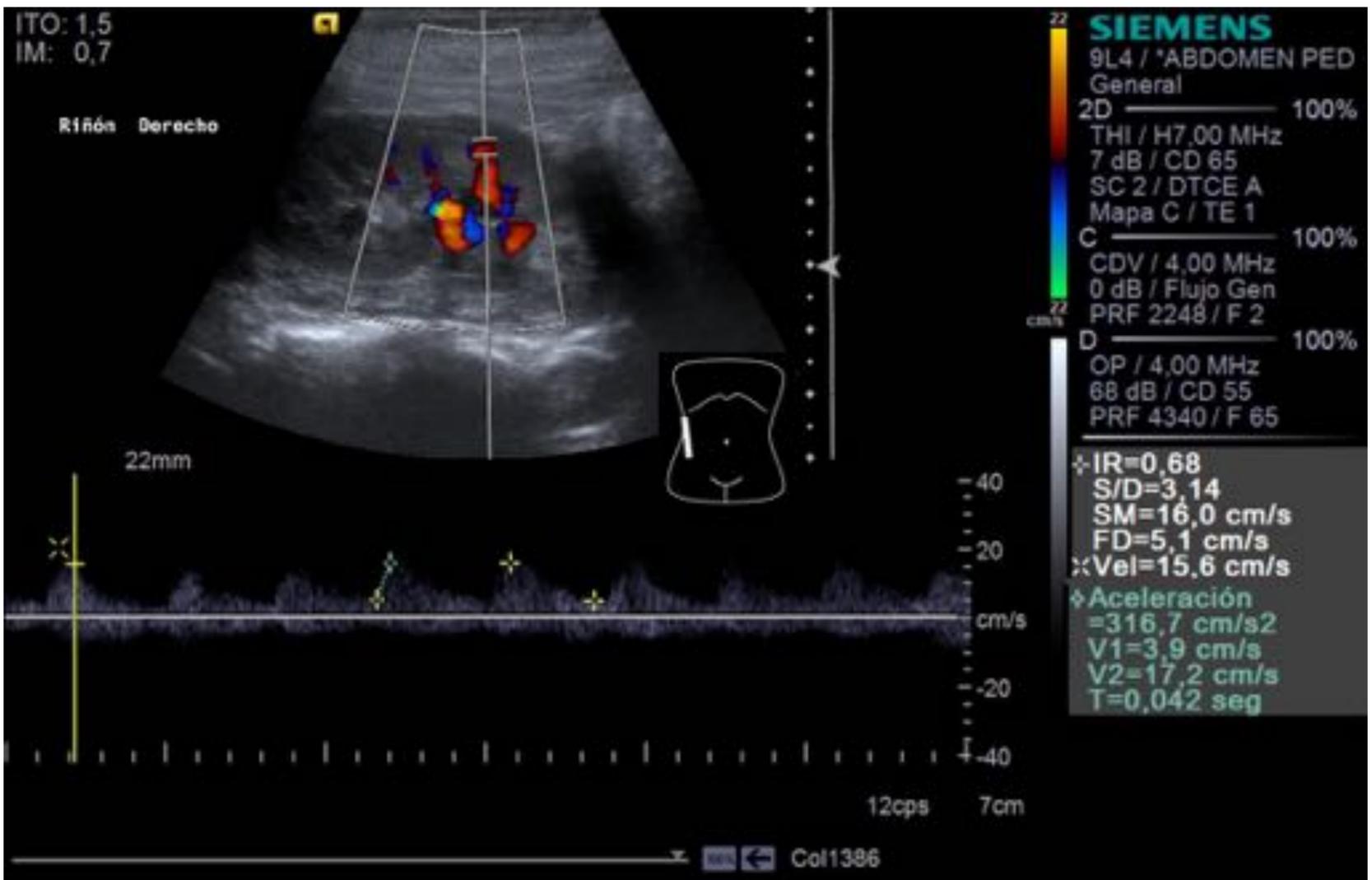


Fig. 20. Corte longitudinal en flanco derecho en decúbito supino. Doppler color y pulsado de arteria interlobar. Medición manual de parámetros indirectos, que se presentan dentro de límites normales.

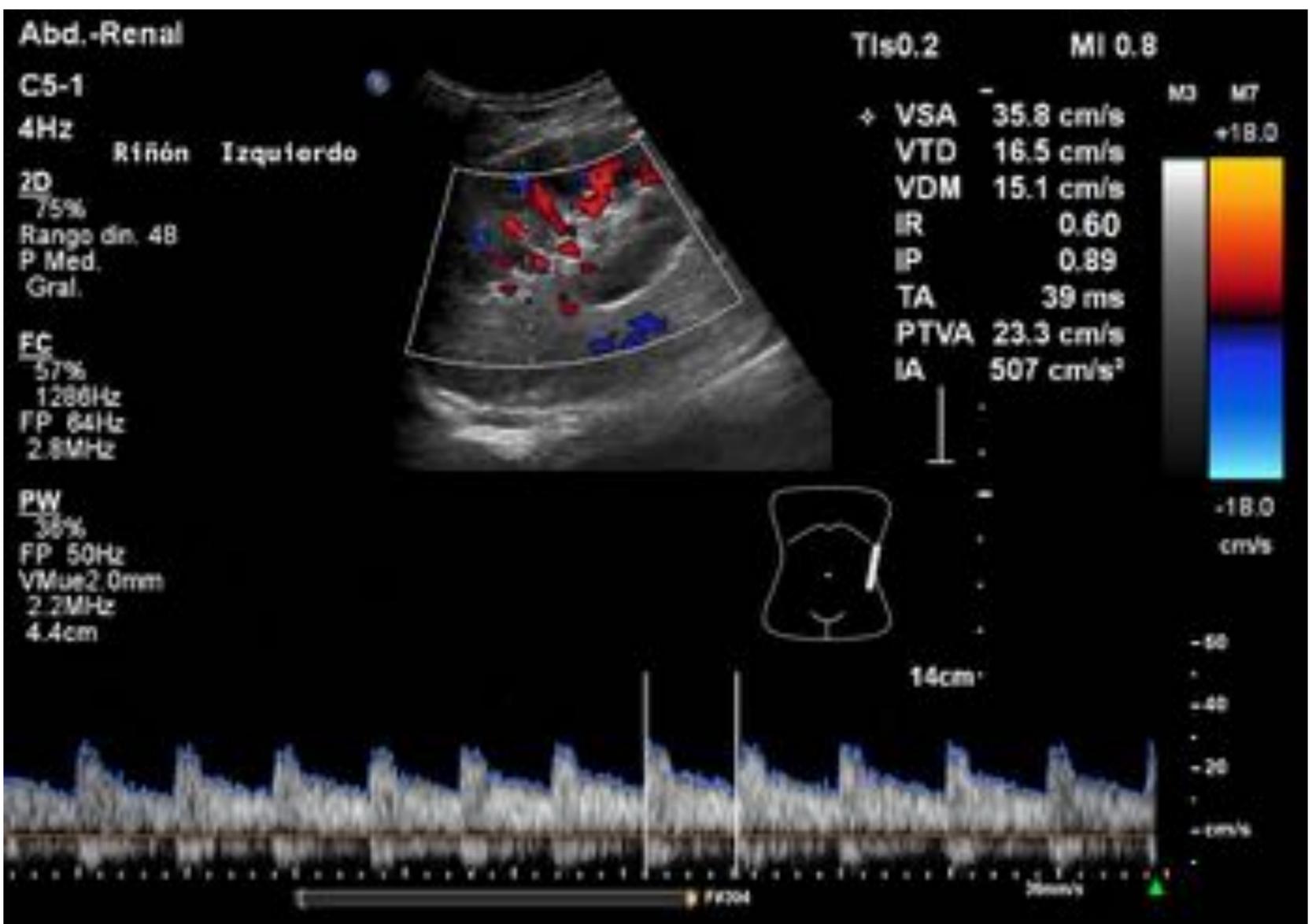


Fig. 21. Corte longitudinal en flanco izquierdo en decúbito supino. Doppler color y pulsado de arteria segmentaria. Medición automática de parámetros indirectos, que se presentan dentro de límites normales.

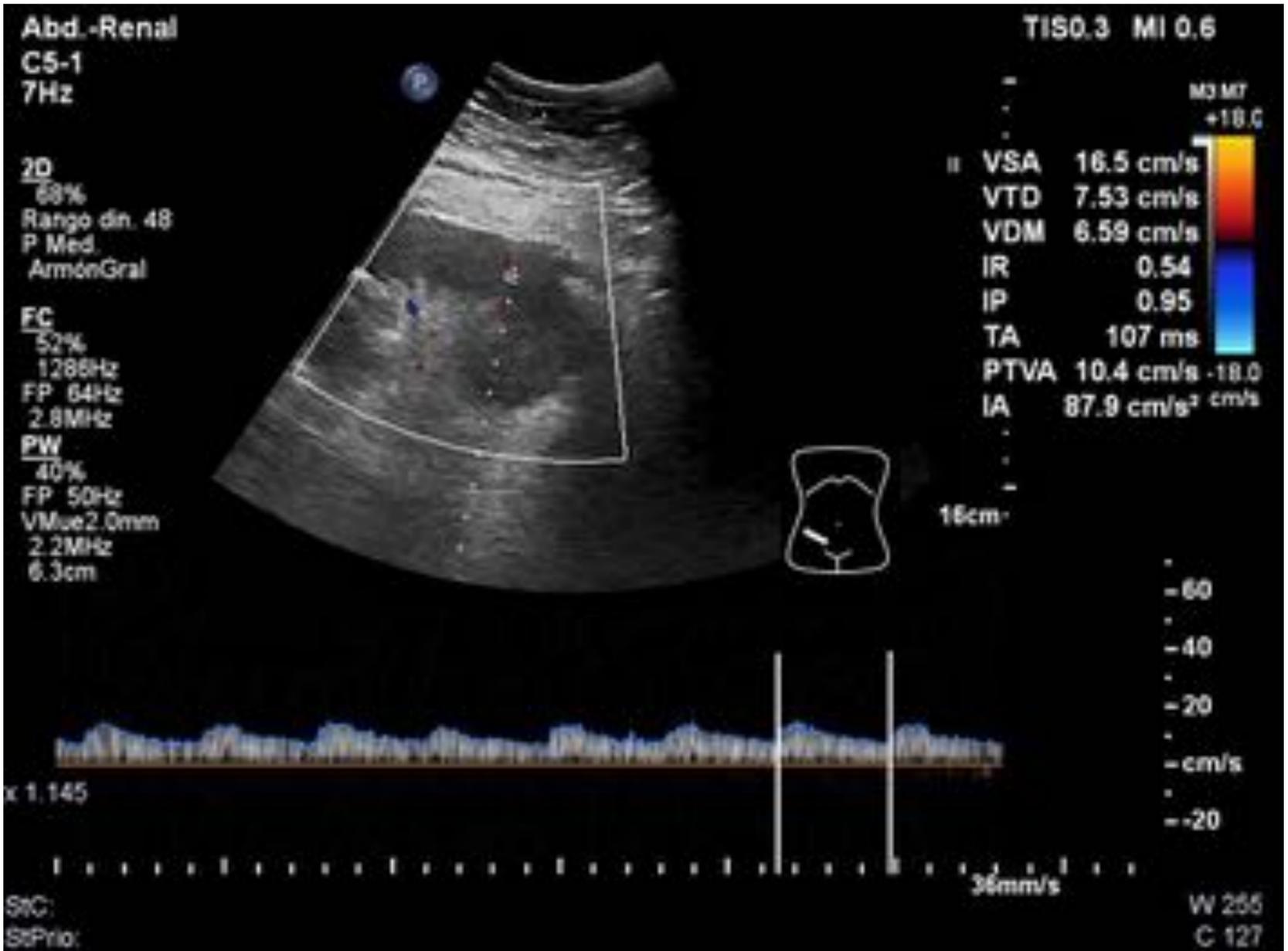


Fig. 22. Corte transversal en fosa ilíaca derecha en decúbito supino. Doppler color y pulsado de arteria Interlobar. Parámetros indirectos sugestivos de estenosis de arteria renal en paciente trasplantado renal.

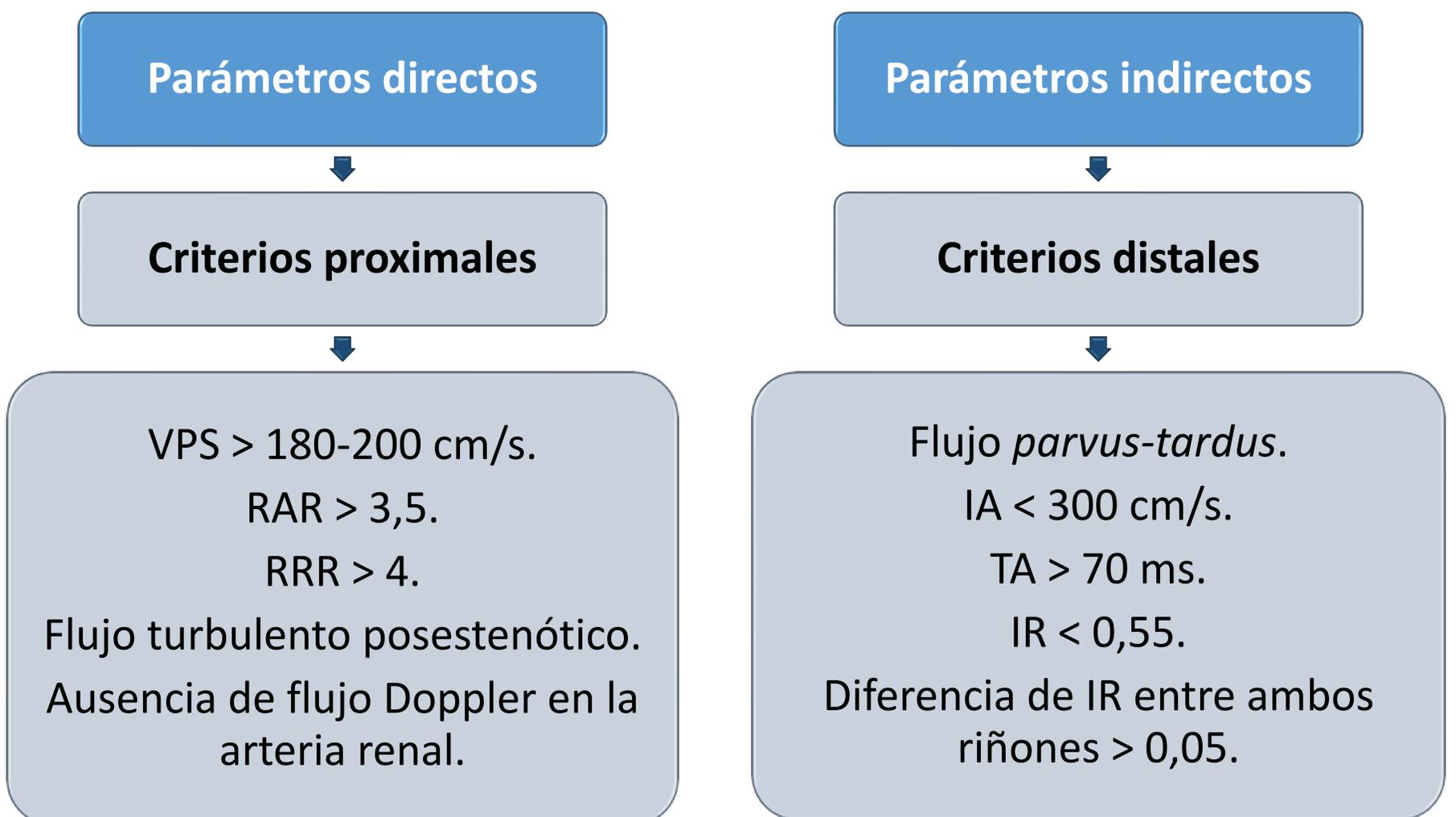


Fig. 23. Resumen de los criterios diagnósticos de estenosis de arteria renal [1,3,7,10,11]. Fuente: elaboración propia.



3.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO ECOGRÁFICO

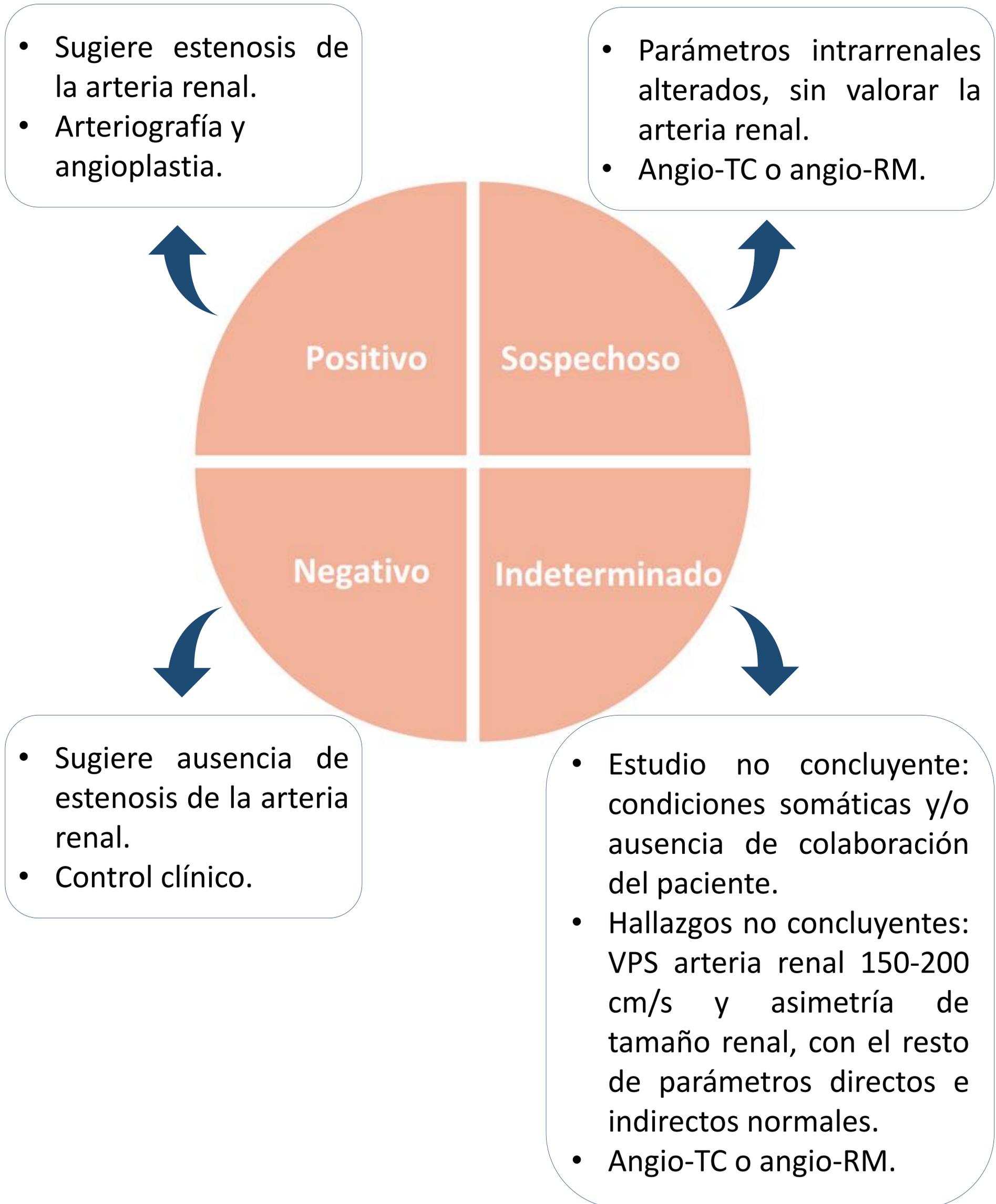


Fig. 24. Posibles resultados ecográficos del estudio de estenosis renal y recomendaciones a seguir [5]. Fuente: elaboración propia.



4. ANGIO-TC Y ANGIO-RM

Indicación: pacientes con estudio ecográfico sospechoso o indeterminado.

Características:

- Permiten valorar la anatomía, identificar múltiples vasos y estimar el tamaño renal [1].
- Ambos tienen alta S y E, sobre todo en pacientes con afectación proximal de la arteria renal principal [2].
- Angio-RM: sobreestima el grado de estenosis [9] y tiene un valor limitado en la displasia fibromuscular (falta de resolución espacial e incapacidad para mostrar la porción distal y pequeñas ramas intrarrenales) [1,2].
- Inconvenientes [1,2]: falta de información sobre el flujo renal y presión distal a la estenosis.

Angio-TC (Fig. 25): radiación ionizante y contraste yodado potencialmente nefrotóxico.

Angio-RM (Fig. 26): claustrofobia, incompatibilidad con determinados dispositivos y riesgo de fibrosis sistémica nefrogénica con gadolinio en pacientes con insuficiencia renal.

Diagnóstico [7]:

- Estenosis > 75% en una o ambas arterias renales.
- Estenosis 50% con dilatación posestenótica.

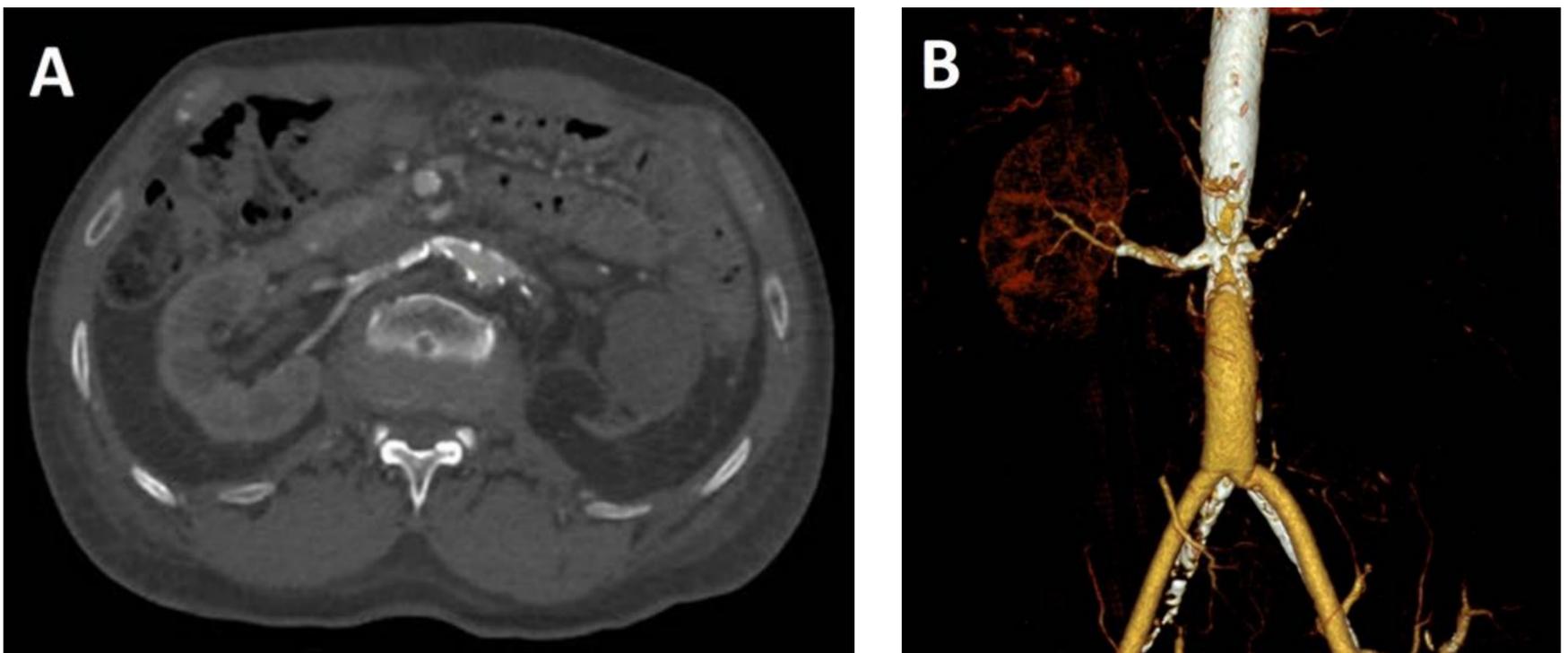


Fig. 25. Angio-TC de arterias renales. A: corte axial. B: reconstrucción 3D. Paciente con arteriosclerosis generalizada y bypass aorto-bifemoral. Arteria renal derecha permeable, aunque con estenosis > 80% por placa cálcica en su tercio medio. Arteria renal izquierda ocluida con atrofia renal.

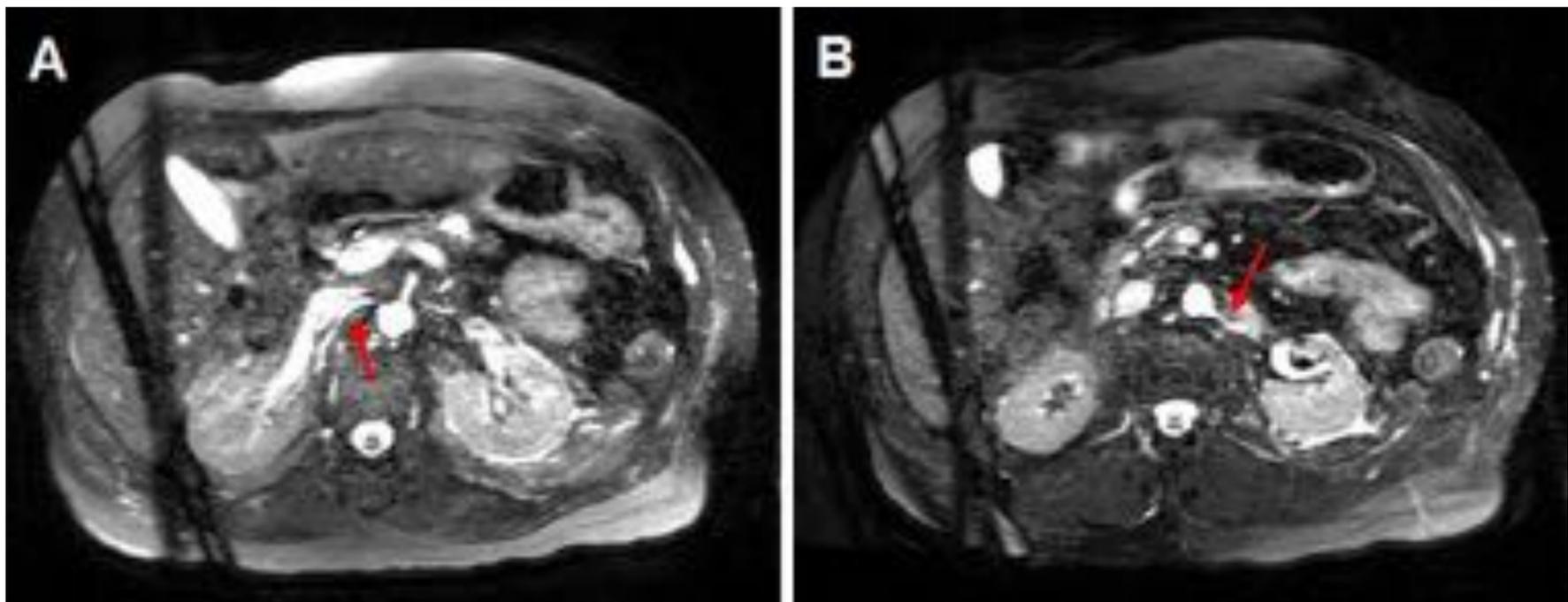


Fig. 26. Angio-RM de arterias renales. Arteria renal derecha: flecha roja en A. Arteria renal izquierda: flecha roja en B.

5. ARTERIOGRAFÍA Y ANGIOPLASTIA

Indicaciones [5]:

- Pacientes con resultado positivo en ecografía-Doppler, angio-TC o angio-RM.
- Angio-TC o angio-RM con resultados normales y alta sospecha clínica.

Ventajas: visualización directa de arterias renales, evaluación de la afectación intrarrenal, medición de la estenosis y tratamiento endovascular inmediato (angioplastia ± stent, con stent ocurren menos reestenosis) [1,9] (Fig. 27).

Inconvenientes: invasiva, costes, radiación ionizante y complicaciones relacionadas con el contraste yodado y procedimiento (émbolos de colesterol y disección arterial) [1–3,9].

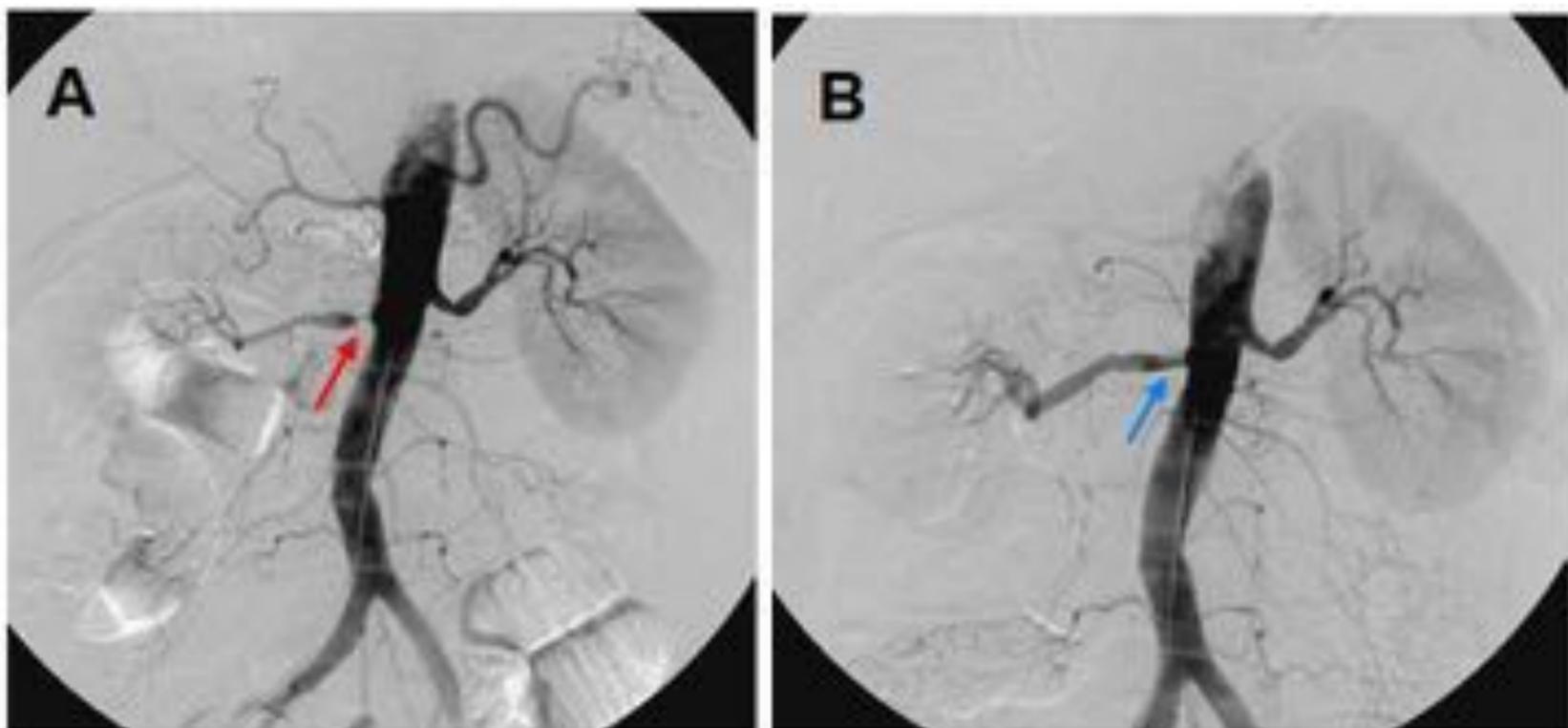


Fig. 27. Arteriografía renal. A: estenosis de arteria renal derecha (flecha roja). B: repermeabilización tras angioplastia con stent (flecha azul).



Conclusiones:

- La HTRV es una de las principales causas de HTA secundaria.
- La ecografía es una prueba de imagen fundamental en el diagnóstico de la estenosis de la arteria renal y debe utilizarse como primer paso en la valoración de HTRV.
- Es importante saber realizar correctamente el estudio ecográfico para poder interpretar los resultados adecuadamente.



Bibliografía:

1. Samadian F, Dalili N, Jamalian A. New insights into pathophysiology, diagnosis, and treatment of renovascular hypertension. *Iran J Kidney Dis.* 2017;11(2):79-89. PMID: 28270639.
2. Sanidas EA, Seferou M, Papadopoulos DP, Makris A, Viniou NA, Chantziara V et al. Renal fibromuscular dysplasia: A not so common entity of secondary hypertension. *J Clin Hypertens.* 2016;18(3):240-6. DOI: 10.1111/jch.12650. PMID: 26970300.
3. Granata A, Fiorini F, Andrulli S, Logias F, Gallieni M, Romano G et al. Doppler ultrasound and renal artery stenosis: An overview. *J Ultrasound.* 2009;12(4):133-43. DOI: 10.1016/j.jus.2009.09.006. PMID: 23397022.
4. Ahn H, Chun EJ, Lee HJ, Hwang SI, Choi D-J, Chae I-H et al. Multimodality imaging in patients with secondary hypertension: With a focus on appropriate imaging approaches depending on the etiologies. *Korean J Radiol.* 2018;19(2):272. DOI: 10.3348/kjr.2018.19.2.272. PMID: 29520185.
5. García-Barón PL, Jordá Lope J, López Rasines G, Bustamante Sánchez M, Calabia de Diego A, González Tutor A. Hipertensión reno-vascular (HTRV). Algoritmo diagnóstico y tratamiento en el servicio de radiodiagnóstico. En: XXIX Congreso Nacional de la SERAM. Sevilla; 2008.
6. Romero Jaramillo A, Maynar Moliner M. Diagnóstico y tratamiento de la patología vascular visceral y renal. En: del Cura Rodríguez JL, Pedraza Gutiérrez S, Gayete Cara Á, directores. *Radiología esencial.* Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2009. p. 1515-6.
7. Textor S. Establishing the diagnosis of renovascular hypertension. [Internet]. Waltham (MA): UpToDate; 2020 [acceso 7 de febrero de 2020]. Disponible en: <http://www.uptodate.com>
8. Lombera Romero F, Barrios Alonso V, Soria Arcos F, Placer Peralta L, Cruz Fernández JM, Tomás Abadal L et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en hipertensión arterial. *Rev Esp Cardiol.* 2000;53(1):66-90. DOI: 10.1016/S0300-8932(00)75065-2.
9. Álvarez D, Díaz C. Eco-Doppler renal en la hipertensión arterial. En: Gómez Llambí H, Piskorz D, editores. *Hipertensión arterial, epidemiología, fisiología, fisiopatología, diagnóstico y terapéutica.* Buenos Aires: Editorial Inter-Médica; 2013. p. 363-7.
10. Fernández Hernández C, Sarabia Tirado F, Ocete Ocete A, Doménech Abellán E, Serrano García C, Gilabert Úbeda A. Estenosis de la arteria renal, diagnóstico y tratamiento por imagen. En: XXXII Congreso Nacional de la SERAM. Oviedo; 2014. DOI: 10.1594/seram2014/S-0489.
11. Sánchez Pérez M, Hernández Mejía CL, Sánchez Martín A, Barcina García E, Días I, Amengual Aldehuela C. Ecografía doppler de las arterias renales. ¿Es una técnica obsoleta? En: XXXI Congreso Nacional de la SERAM. Granada; 2012. DOI: 10.1594/seram2012/S-0778.
12. Mollinedo D, Palacios Miras C, Díaz Barroso B, Suárez Traba O, Sánchez Naves A, Oñate M. La hipertensión arterial secundaria de causa abdominal: qué tenemos que decir los radiólogos. En: XXXI Congreso Nacional de la SERAM. Granada; 2012. DOI: 10.1594/seram2012/S-1009.
13. Zucchelli PC. Hypertension and atherosclerotic renal artery stenosis: Diagnostic approach. *J Am Soc Nephrol.* 2002;13 Suppl 3:S184-6. DOI: 10.1097/01.ASN.0000032547.12173.5E. PMID: 12466311.
14. Li JC, Wang L, Jiang YX, Dai Q, Cai S, Lv K et al. Evaluation of renal artery stenosis with velocity parameters of Doppler sonography. *J Ultrasound Med.* 2006;25(6):735-42. DOI: 10.7863/jum.2006.25.6.735. PMID: 16731890.