

Guía de supervivencia para residentes en la ecografía Doppler renal

Miguel Ángel Lara Martínez¹, Rosa Álvaro Ballester¹, Laura Grimalt
García¹, Antonio Lorenzo Gorriz¹, María Ponce González²

¹Hospital General Universitario de Castellón , ²Hospital General
Universitario de Valencia.

Objetivos docentes

El objetivo principal es proporcionar a los residentes de radiología una guía práctica y accesible para la realización e interpretación de la ecografía Doppler renal, destacando los parámetros clave que deben evaluarse y los errores frecuentes que afectan a la precisión diagnóstica.

Revisión del tema.

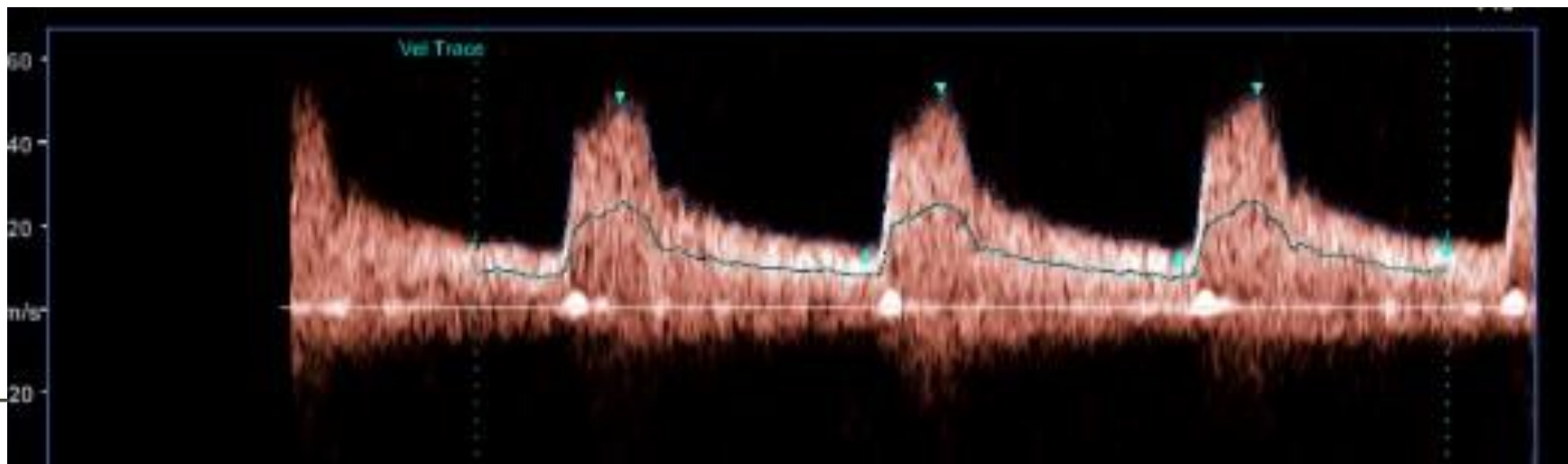
La ecografía Doppler renal es una técnica no invasiva que permite evaluar el flujo sanguíneo en las arterias renales. Este estudio es especialmente útil para evaluar la **hipertensión renovascular**, es decir, la hipertensión secundaria a una estenosis significativa de la arteria renal (EAR).

La estenosis de la arteria renal (EAR) representa aproximadamente el **5%** de los casos de hipertensión en adultos.

Los dos tipos más comunes de estenosis de la arteria renal son:

- **Secundaria a aterosclerosis (90% de los casos):** Se presenta típicamente en pacientes mayores, afectando el ostium o el tercio proximal de la arteria renal principal.
 - **Secundaria a displasia fibromuscular (10% de los casos):** Generalmente se presenta en pacientes más jóvenes, más comúnmente en mujeres, y afecta predominantemente los tercios medio y distal de la arteria renal principal.
-

El análisis de la forma de onda Doppler, tanto de la arteria renal principal como de las arterias intraparenquimatosas, muestra una **onda monofásica anterógrada de baja resistencia** con flujo presente tanto durante la sístole como durante la diástole. Las velocidades disminuyen progresivamente a medida que la arteria renal se ramifica.



Cuando existe estenosis de la arteria renal se producen **dos mecanismos hemodinámicos principales**:

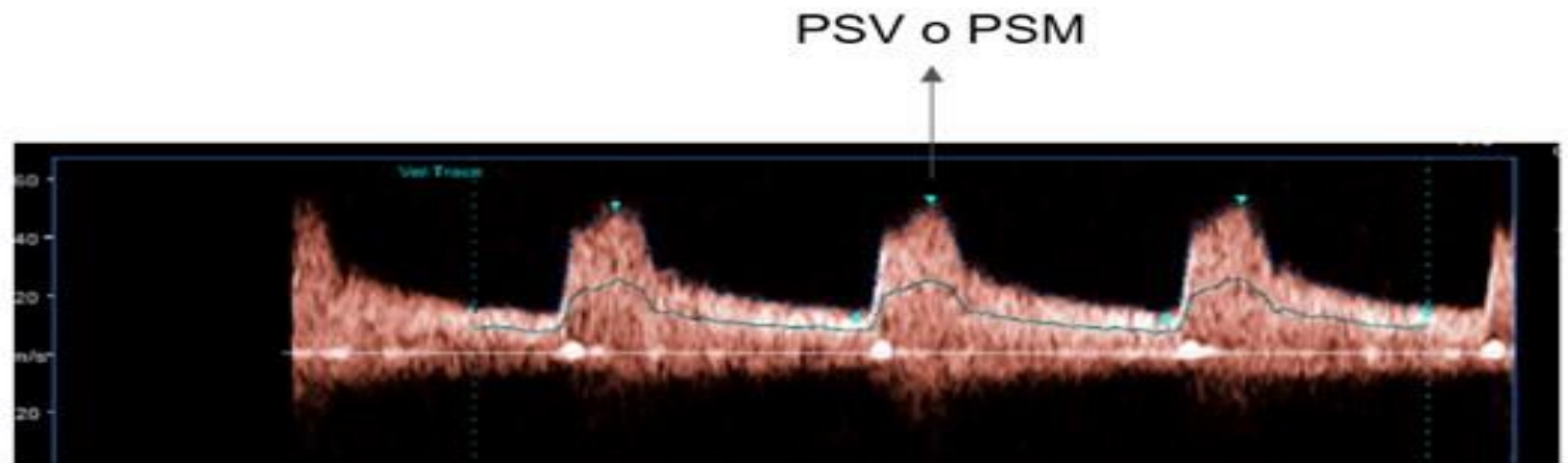
- **Segmento estenosado de la arteria renal:** La velocidad del flujo sanguíneo aumenta a través de la zona estenosada. A mayor estenosis, mayor velocidad. Sin embargo, en casos de estenosis muy significativa ($>90\%$), el calibre del vaso es tan reducido que solo se produce un flujo mínimo, lo que resulta en velocidades bajas.
 - **Arterias intrarrenales distales:** En casos de estenosis grave ($\geq 75\%$), estas arterias pueden dilatarse para intentar reducir la resistencia distal y mantener el flujo sanguíneo. Esta dilatación puede ocurrir a velocidades normales, pero altera parámetros como el índice y el tiempo de aceleración.
-

En Europa, la ecografía Doppler es la prueba de imagen más aceptada para el cribado de la estenosis de la arteria renal ante la sospecha de hipertensión renovascular. Sin embargo, en EE. UU., el Colegio Americano de Radiología recomienda la resonancia magnética o la angiografía por tomografía computarizada con contraste para pacientes con función renal normal, reservando la ecografía para aquellos con insuficiencia renal.

Criterios Doppler para estenosis de la arteria renal

Criterios directos (arteria renal principal):

- **Velocidad sistólica máxima (VPS o PSV o PSM).** Una VPS entre 180 y 200 cm/s suele indicar una estenosis leve de la arteria renal. Una VPS superior a 200 cm/s suele indicar una estenosis significativa.



- **Relación VPS arteria renal/aorta:**

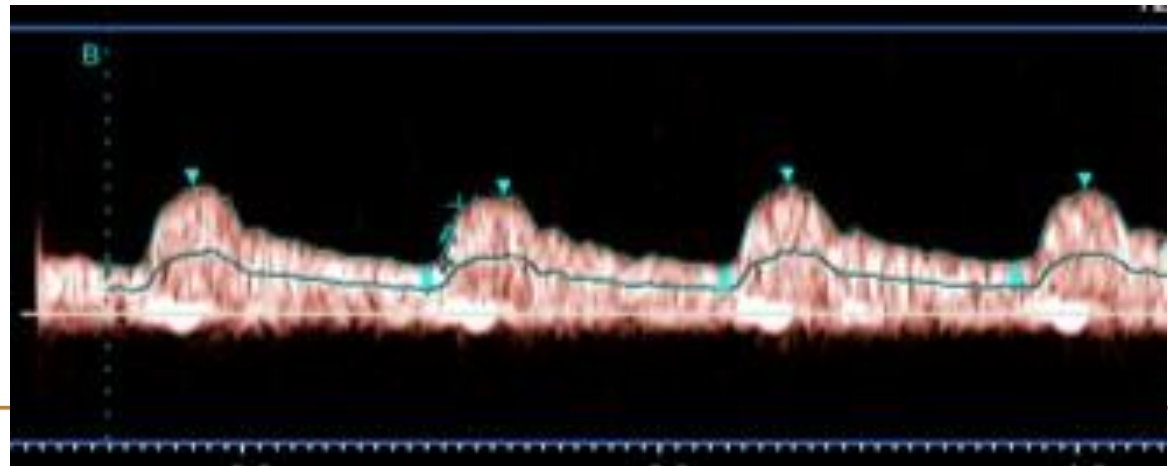
- Este índice compara la velocidad sistólica máxima (VPS) en la arteria renal con la velocidad en la aorta a nivel del origen de la arteria renal.
 - Una relación mayor a **3** indica un flujo sanguíneo significativamente más rápido en la arteria renal en comparación con la aorta, lo que sugiere la presencia de un estrechamiento sustancial en la arteria renal.
-

Criterios indirectos (arterias intrarrenales)

- **Índice de resistencia (IR):** El IR se utiliza para evaluar la resistencia vascular renal. Un IR superior a 0,7 puede indicar un aumento de la resistencia intrarrenal, lo que sugiere enfermedad renal parenquimatosa o daño renal secundario a estenosis.
 - **Tiempo de aceleración (TA):** El TA mide el tiempo que tarda el flujo sanguíneo en alcanzar el primer pico sistólico desde el inicio de la sístole. Un TA prolongado superior a 0,07 segundos indica un pico de flujo retrasado, lo cual sugiere estenosis de la arteria renal.
-

- **Índice de aceleración (IA):** El IA mide la rapidez con la que la onda de flujo asciende desde el inicio de la sístole hasta el primer pico sistólico. Un IA bajo indica una aceleración reducida y también sugiere estenosis, ya que la onda de flujo tiene dificultades para aumentar rápidamente su velocidad debido al estrechamiento vascular. Un IA normal es superior a 300 cm/s^2 , y los valores inferiores a este umbral indican una estenosis significativa.
-

- **Morfología de la onda (morfología parvus-tardus):** Una estenosis significativa de la arteria renal crea resistencia al flujo sanguíneo, lo que resulta en una velocidad reducida y una transmisión alterada del pulso cardíaco al flujo distal. Esto conduce a un retraso (*tardus*) en el tiempo de aceleración y una reducción (*parvus*) en la amplitud de la onda, produciendo la morfología característica de onda parvus-tardus, como se puede ver en la imagen:



Cómo realizar un estudio Doppler renal

Preparación del paciente

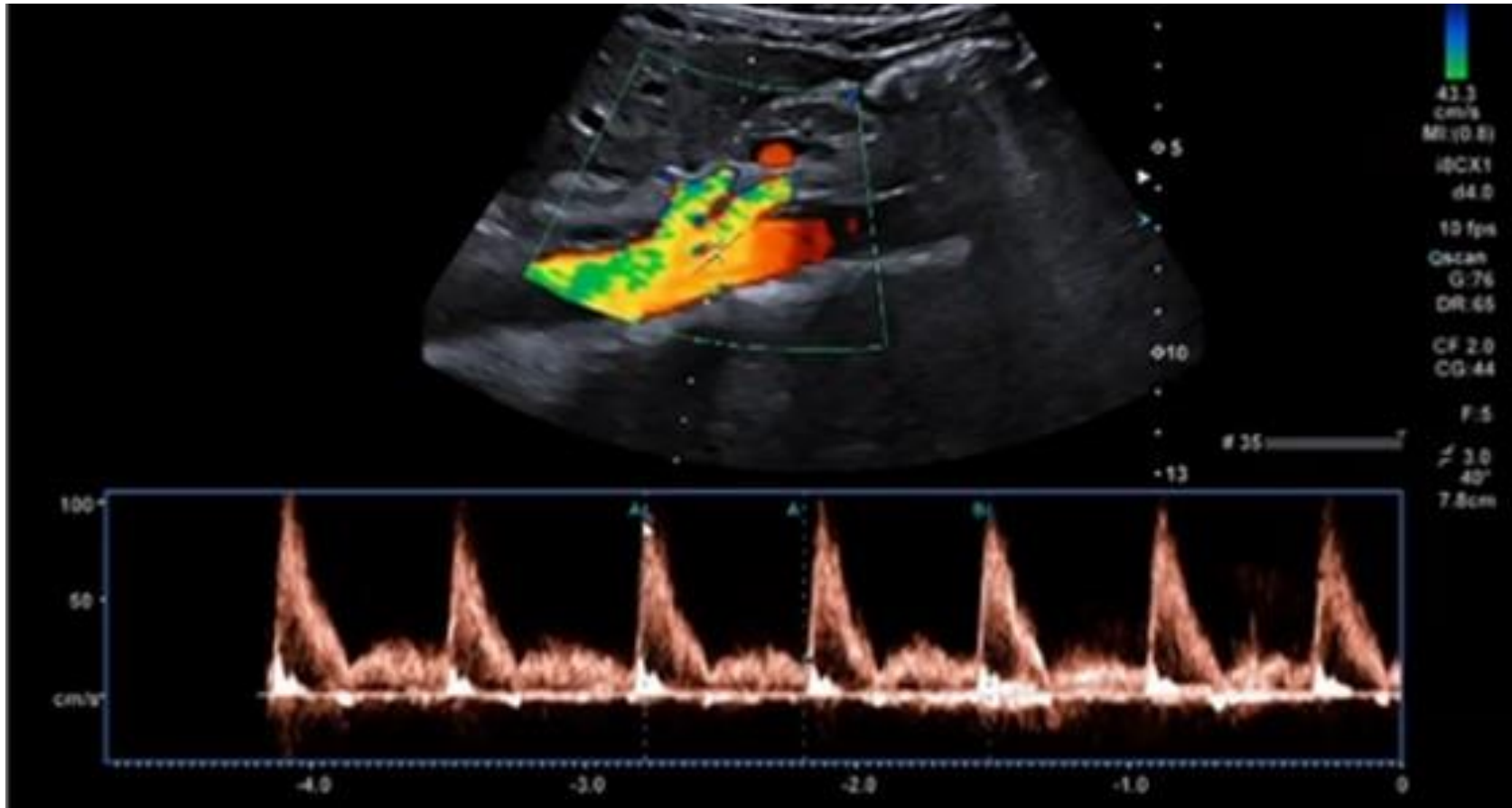
El estudio no requiere preparación especial, salvo ayuno de al menos 4 horas para reducir los gases intestinales que pueden interferir con el transductor y las estructuras a examinar.

Equipo necesario

Transductores de baja frecuencia (3,5-5 MHz).

Enfoque sistemático para la realización del estudio ecográfico

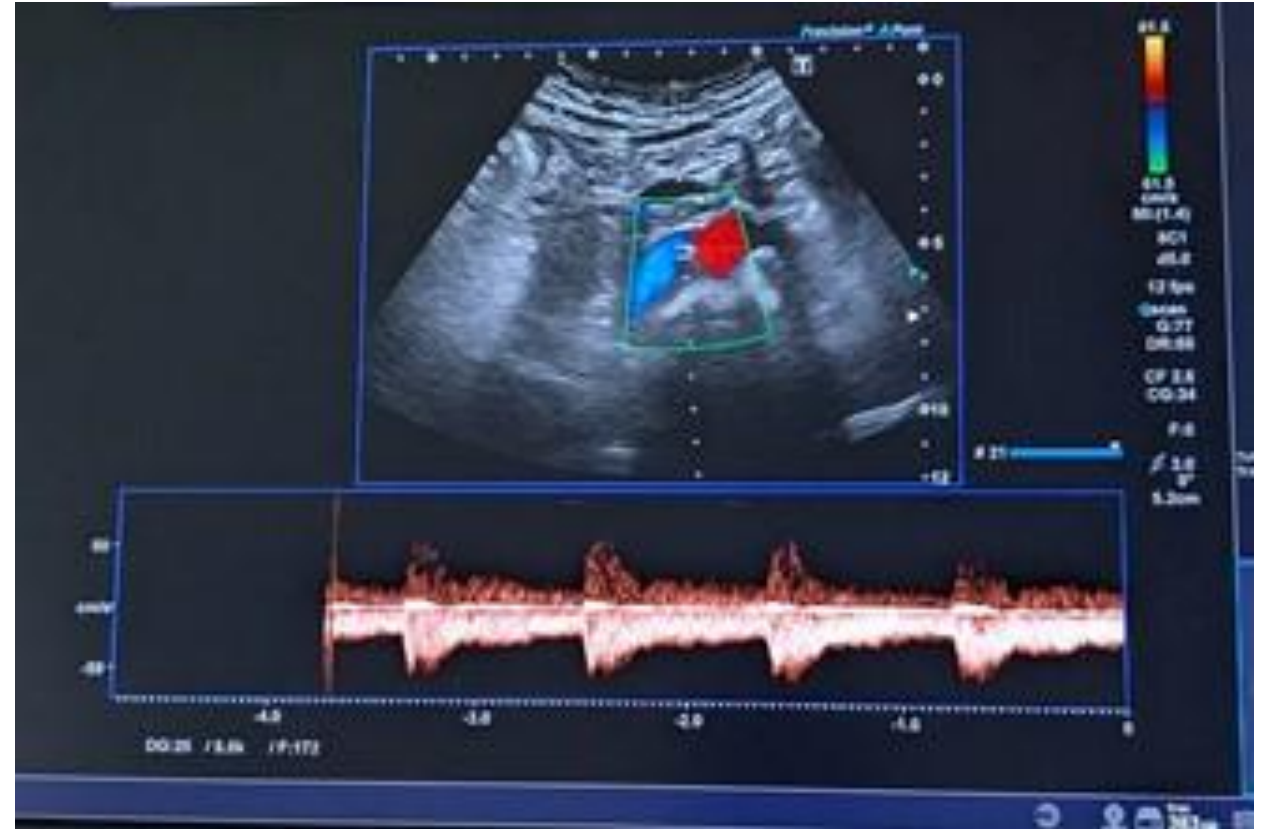
1/ El estudio comienza en decúbito supino, con el transductor colocado en la línea media. Se realiza un corte longitudinal de la aorta a la altura de la arteria mesentérica superior (AMS). Se mide la velocidad sistólica máxima (VPS).



Vol Flujo(mL/Min)	ml/min
Área	mm ²
Dist1	mm
Dist2	mm
IP(Vmin)	2.46
IR(Ved)	0.84
Vmax	42.1cm/s
Ved	6.7cm/s
Vmin	5.1cm/s
Vm_pico	15.0cm/s
Vm_mean	6.6cm/s
S/D	6.28

Vmax=Velocidad
pico sistólica (VPS).
En este caso es de
42,1 cm/s.

**2/ Calcule la relación VPS
arteria renal/aorta (normal <
3). Para ello, compare la
velocidad sistólica máxima en
la arteria renal con la velocidad
en la aorta a nivel del origen de
la arteria renal. Además,
asegúrese de que la **VPS** en
todos los segmentos de las
arterias renales sea inferior a
200 cm/s.**



Vol Flujo(mL/Min)	ml/min
Área	mm ²
Dist1	mm
Dist2	mm
IP(Vmin)	0.88
IR(Ved)	0.54
Vmax	52.0cm/s
Ved	23.8cm/s
Vmin	23.6cm/s
Vm_pico	32.1cm/s
Vm_mean	16.2cm/s
S/D	2.18

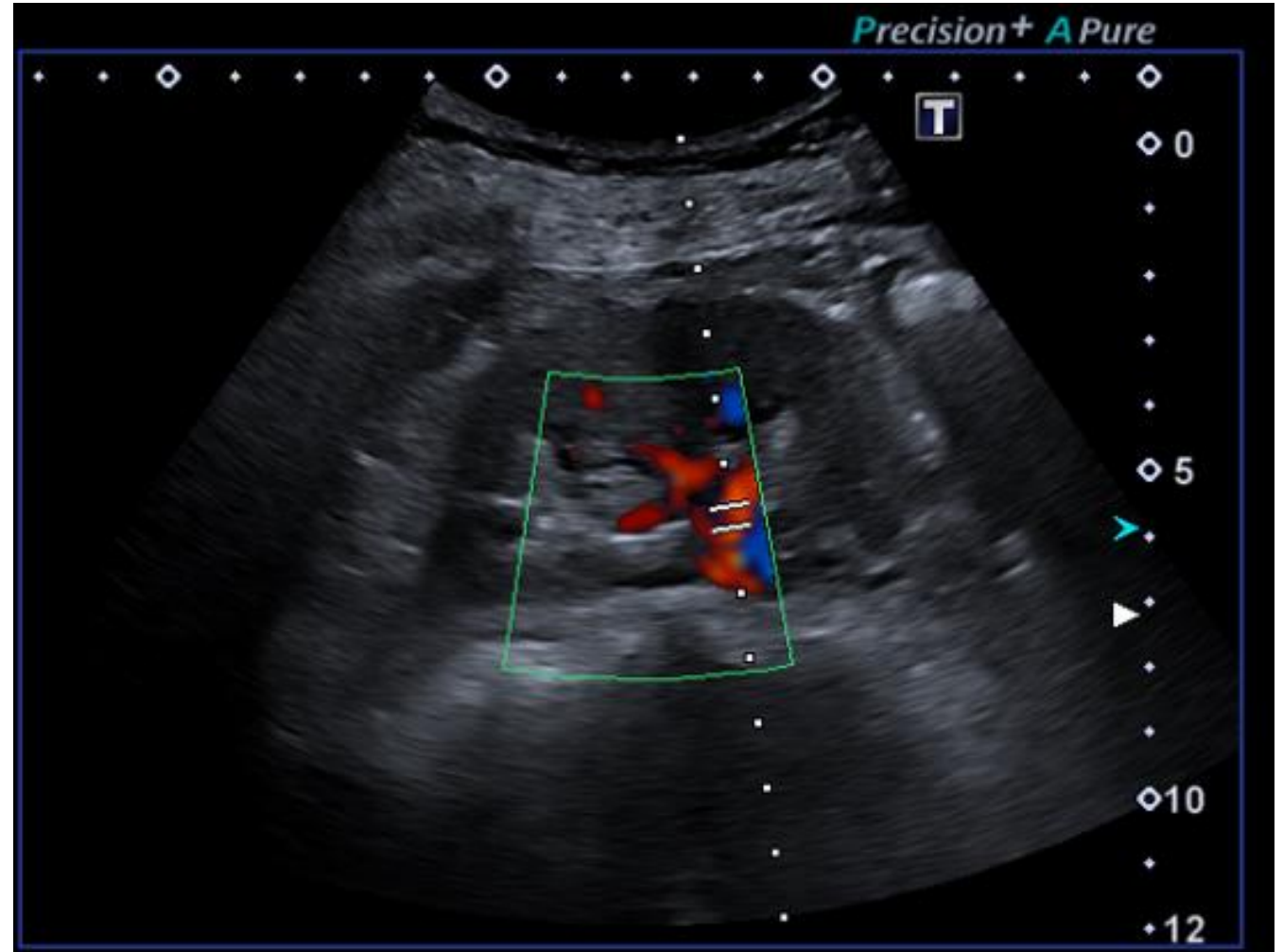
En la arteria renal principal nos fijamos que la velocidad pico sistólica sea menor de 180 cm/s, y que relación de la VPS de la arteria renal/aorta < de 3, en este caso: VPS de la arteria renal derecha es de 52 cm/s, y la VPS de la aorta de 42, por tanto la relación es de 1,24, y por tanto dentro de la normalidad.

3/ Estudio morfológico de los riñones en modo B. Hallazgos sugestivos de estenosis de la arteria renal:

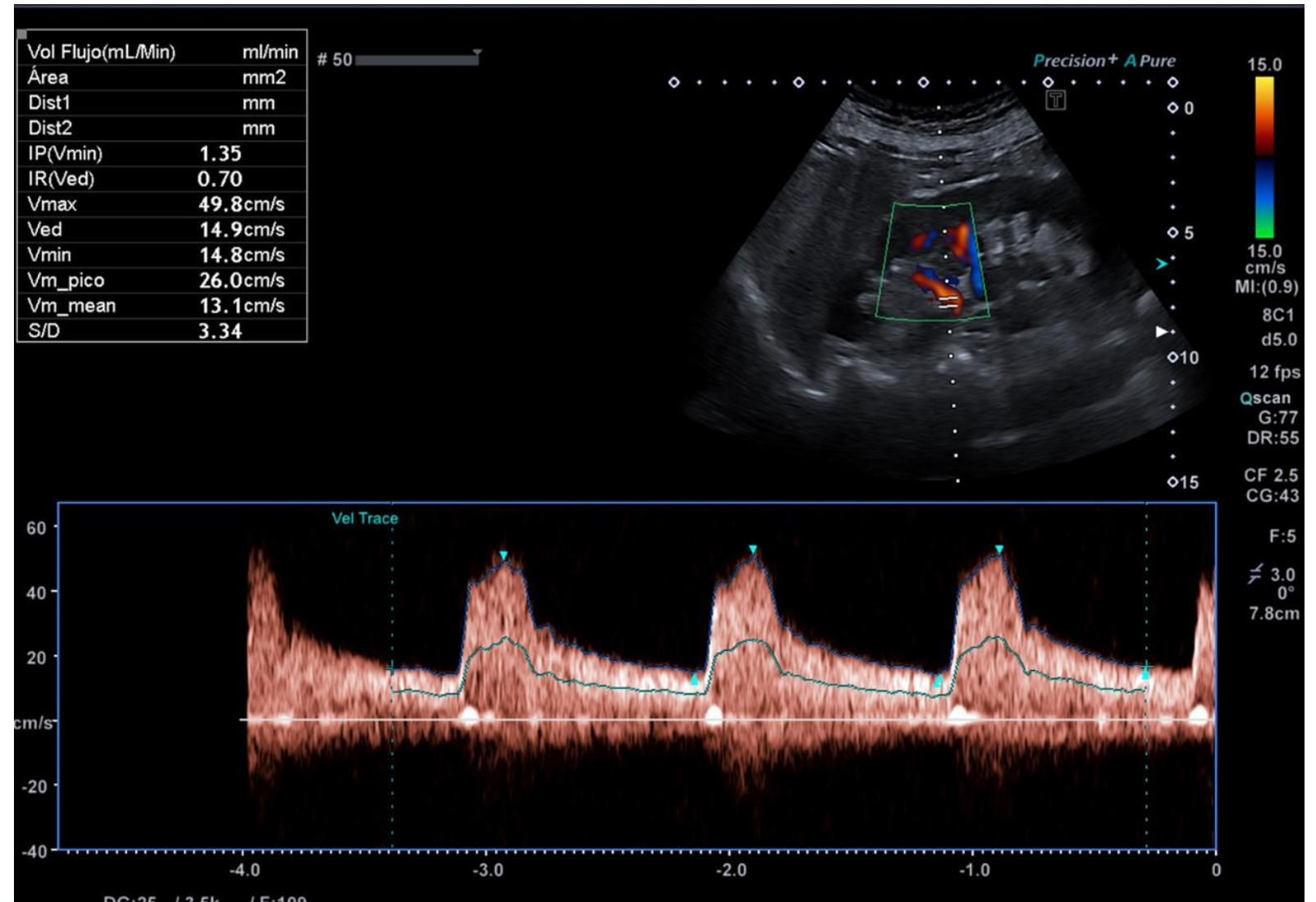
- Asimetría del tamaño renal ($> 1,5$ cm).
- Espesor parenquimatoso menor de 1 cm.
- Además, observar otros hallazgos como la presencia de lesiones renales focales y dilatación del tracto urinario.



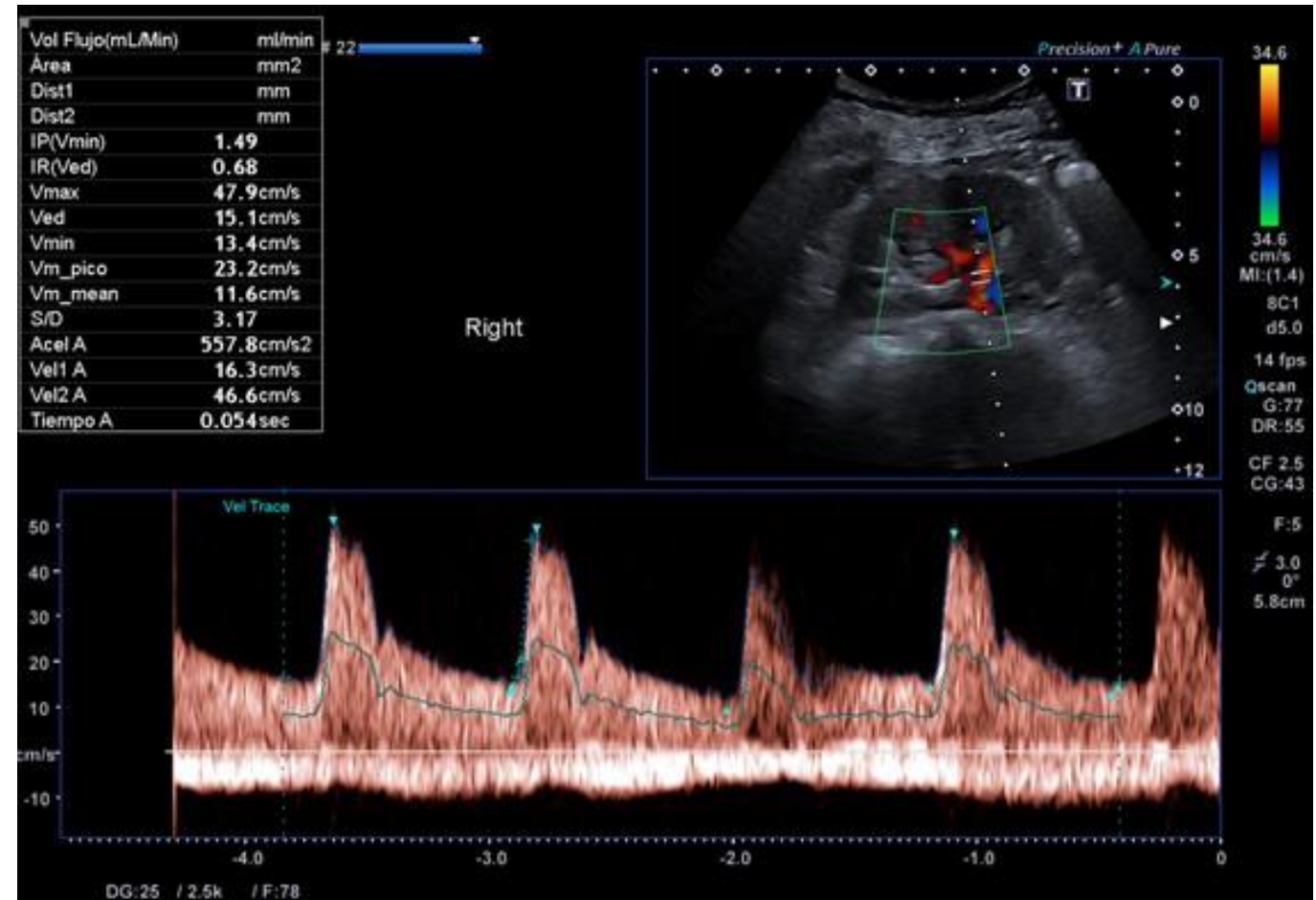
4/ Estudio Doppler Renal de las Arterias Intrarrenales. Obtener registros Doppler de 3 a 6 arterias intrarrenales, incluyendo al menos una de cada polo (superior, media e inferior).



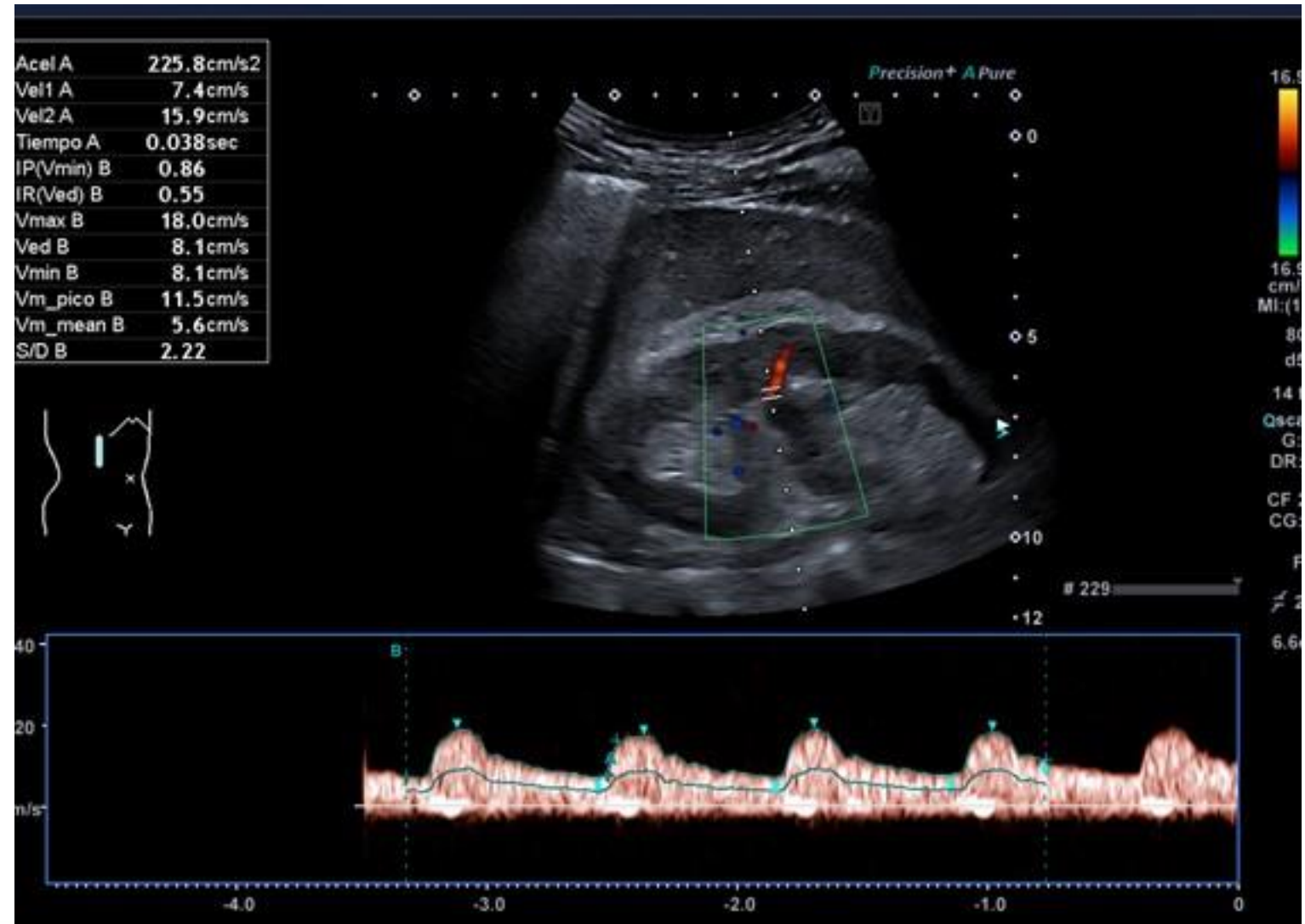
Registro de la morfología de onda del flujo Doppler intrarrenal dentro de la normalidad.



En las arterias intrarrenales debemos evaluar el **TA**, el **IA**, el **IR** y la **morfología** de la onda. En nuestro equipo de ultrasonidos, así como en muchos otros sistemas de ultrasonidos: Índice de aceleración (IA) = Acel A y Tiempo de aceleración (TA) = Tiempo A.



Ejemplo de un paciente sometido a un estudio Doppler renal reveló valores de IA reducidos en las arterias intrarrenales ($225,8 \text{ cm/s}^2$) y una morfología de onda parvus-tardus.



El estudio se completó con un angio-TC, que confirmó la estenosis bilateral de la arteria renal.



Posteriormente, el paciente fue sometido a una angioplastia con implante de stent.



Propuesta de informe estructurado

Valoración en escala de grises: tamaño renal, grosor parenquimatoso, dilatación de la vía excretora y presencia de lesiones focales.

Estudio Doppler:

- **Estudio positivo:** Signos directos (arteria renal) de estenosis de la arteria renal.
 - **Estudio sospechoso:** Signos indirectos (arterias intrarrenales) de estenosis de la arteria renal.
 - **Estudio indeterminado:** No se detectan signos directos ni indirectos, pero se observan hallazgos en el límite de la normalidad, como VPS entre 180-200 cm/s, asimetrías de tamaño renal... o no se ha podido realizar el estudio completo.
 - **Estudio negativo:** Ausencia de signos directos o indirectos de estenosis de la arteria renal.
-

Conclusiones.

- Solo está **indicado** hacer una **ecografía Doppler renal** en pacientes de grupos de riesgo de **hipertensión renovascular**, que es aquella hipertensión secundaria a una estenosis significativa de la arteria renal.
 - Para diagnosticar estenosis significativa de la arteria renal nos fijamos en:
 - **Signos directos (arterias renales principales):** VPS (normal hasta 180 cm/s) y Relación de la VPS de la arteria renal/aorta (< 3 normal).
 - **Signos indirectos (arterias intrarrenales):** IR (< 0.7), TA ($< 0.07s$), IA ($> 300 \text{ cm/s}^2$), y morfología de la onda Doppler dentro de la normalidad.
-

Bibliografía.

Del Conde I, Galin ID, Trost B, Kang J, Lookstein R, Woodward M, et al. Renal artery duplex ultrasound criteria for the detection of significant in-stent restenosis. Catheter Cardiovasc Interv. 2014;83:612-8.

Richardson D, Foster J, Davison AM, Irving HC. Parvus tardus waveform suggesting renal artery stenosis—remember the more proximal stenosis. Nephrol Dial Transplant. 2000 Apr;15(4):539-43. doi: 10.1093/ndt/15.4.539. PMID: 10727551.

Expert Panels on Urologic Imaging and Vascular Imaging. ACR Appropriateness Criteria® Renovascular Hypertension. J Am Coll Radiol. 2017;14:S540-9.

Schoepe R, McQuillan S, Valsan D, Teehan G. Atherosclerotic Renal Artery Stenosis. Adv Exp Med Biol. 2017;956:209-13.

Zhu R, Xu Z, Qi Z, Ye W, Wang J, Kong J, et al. How to diagnose renal artery stenosis correctly using ultrasound? Evaluation of results of renal arteries duplex ultrasonography examinations. Med Ultrason. 2018;20:298-305.
