

FÍSTULAS ARTERIOVENOSAS, UN ASUNTO TORTUOSO

Guillermo Litrán López, Ángel Cuélliga González,
Francisco Barqueros Escuer, Jose Manuel Felices
Farias, María Ato González, Manuel Santa-Olalla
González.

Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca,
Murcia (España).

OBJETIVOS:

- Repasar la anatomía y los distintos tipos de accesos vasculares en hemodiálisis.
- Repasar la utilidad de las diferentes técnicas diagnósticas en el control de los accesos vasculares.
- Estudiar las principales características de los accesos vasculares, su protocolo de exploración y sus principales complicaciones.

REVISIÓN DEL TEMA:

INTRODUCCIÓN

- ❖ Un acceso vascular permeable es la piedra angular de la hemodiálisis.
- ❖ Debe cumplir al menos tres requisitos:
 - Permitir acceso seguro y repetido al sistema vascular del paciente.
 - Proporcionar flujo suficiente para realizar la hemodiálisis.
 - Presentar pocas complicaciones.
- ❖ Implicación del servicio de radiodiagnóstico:
 - Estudio preoperatorio.
 - Control de la maduración y la funcionalidad.
 - Detección precoz de las complicaciones.
- ❖ ↑ de la prevalencia de los pacientes en tratamiento renal sustitutivo.
- ❖ Mayor incremento en pacientes >75 años (8,5% en 1990 hasta un 40% en la actualidad).
- ❖ Población en diálisis presenta varias comorbilidades (DM, enfermedad cardíaca y arterial periférica) que dificultan la creación y el mantenimiento del acceso vascular.

TIPOS DE ACCESOS VASCULARES

❖ CATÉTERES VENOSOS CENTRALES.

- **Vena yugular derecha de elección.** Se puede utilizar inmediatamente.
- Alta tasa de infección y disfunción a largo plazo.
- Puede impedir la realización de una fístula A-V posterior por estenosis o trombosis venosa central.

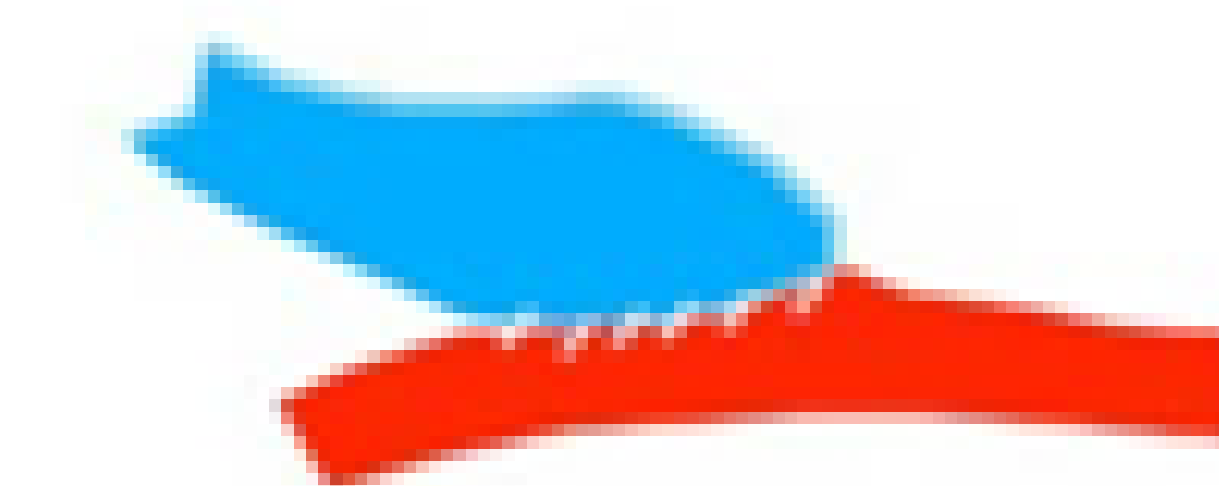
❖ FISTULAS ARTERIO-VENOSAS.

- **AUTÓLOGAS:** Anastomosis entre una arteria y una vena superficial para el desarrollo y punción de esta última.
 - De **elección** por su > durabilidad, < incidencia de infecciones y de trombosis.
 - Necesita de **1-4 meses de maduración** para su primer uso.
- **PROTÉSICAS:** Puente de material protésico entre una arteria y el sistema venoso profundo para punción del mismo.
 - Se realiza cuando **no hay venas superficiales adecuadas.** Es menos duradera y más propensa a infecciones y trombosis.
 - Tiempo de maduración: **< de 2 semanas.**

Para nombrar las FAV primero se nombra la arteria dominante y después la vena receptora. En caso de usar material protésico se añade después el tipo de prótesis utilizada.

TIPOS DE ANASTOMOSIS

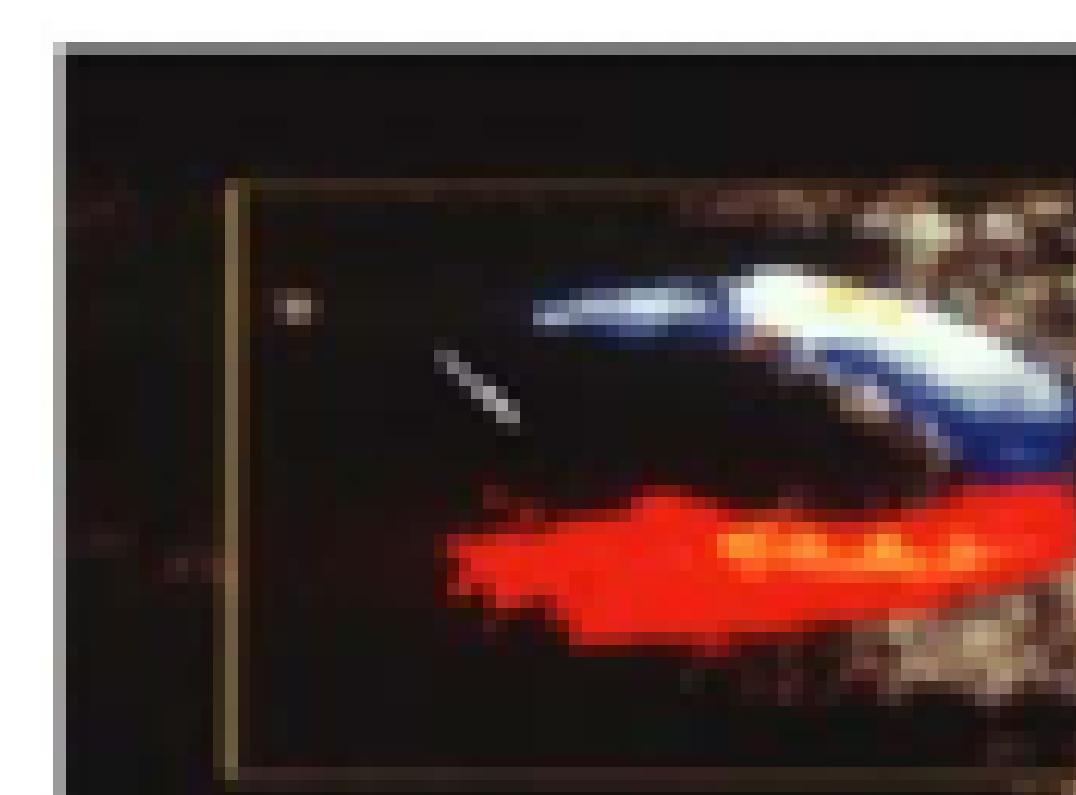
❖ LATERO- TERMINAL



❖ LATERO-LATERAL



❖ TERMINO-TERMINAL



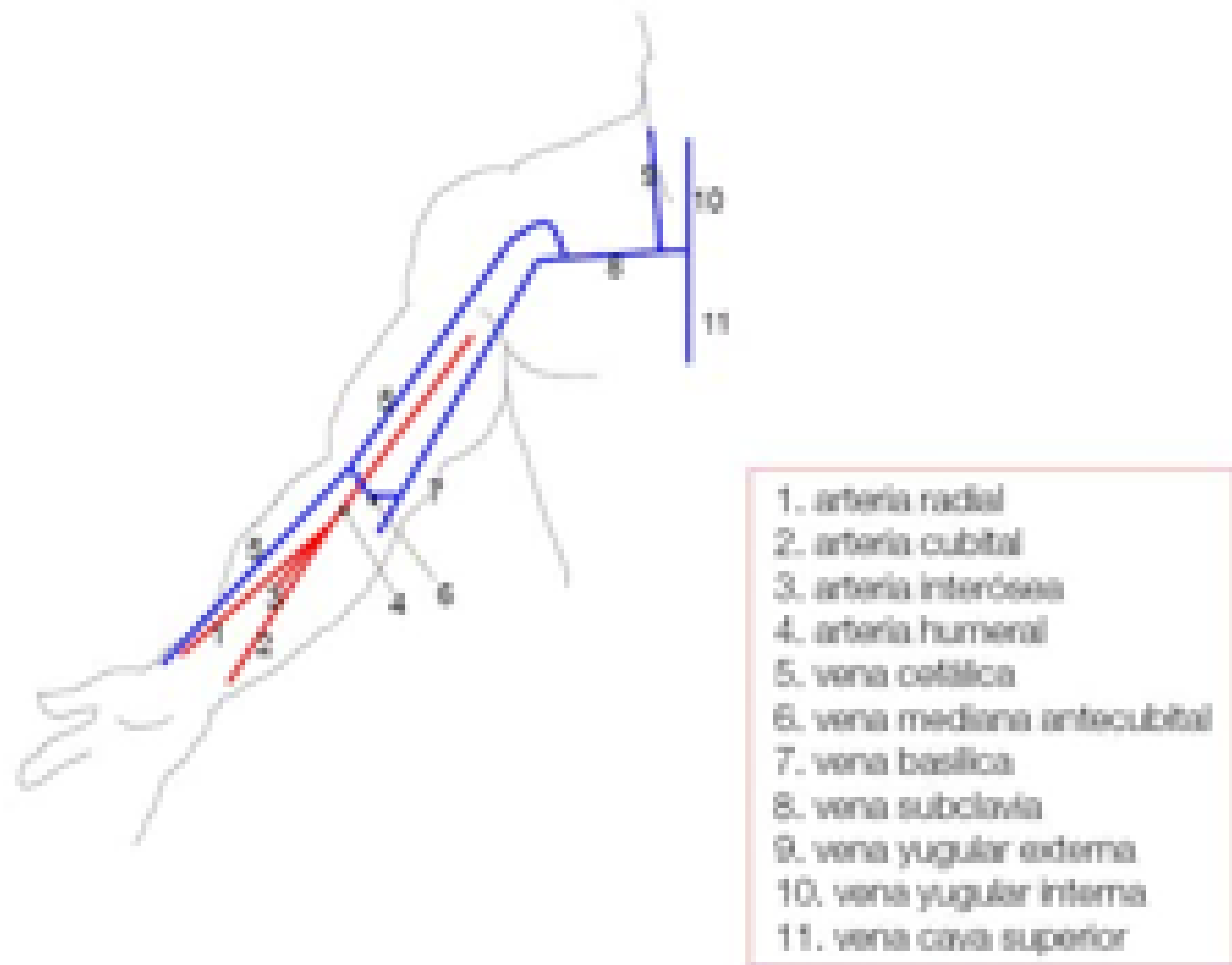


Figura 2. Diagrama de la anatomía vascular del brazo.

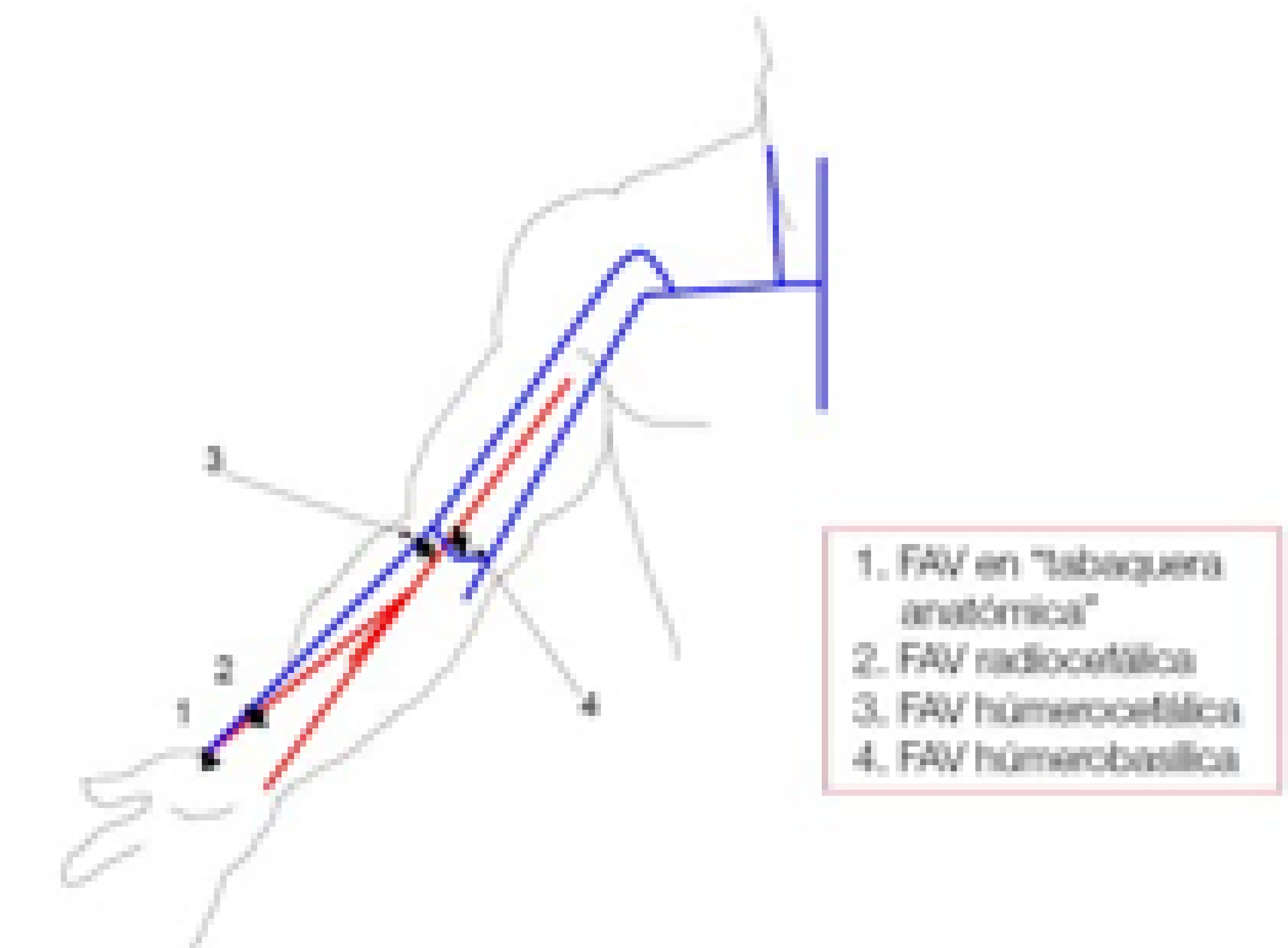


Figura 3. Diagrama de las posibles fístulas arterio-venosas autólogas.

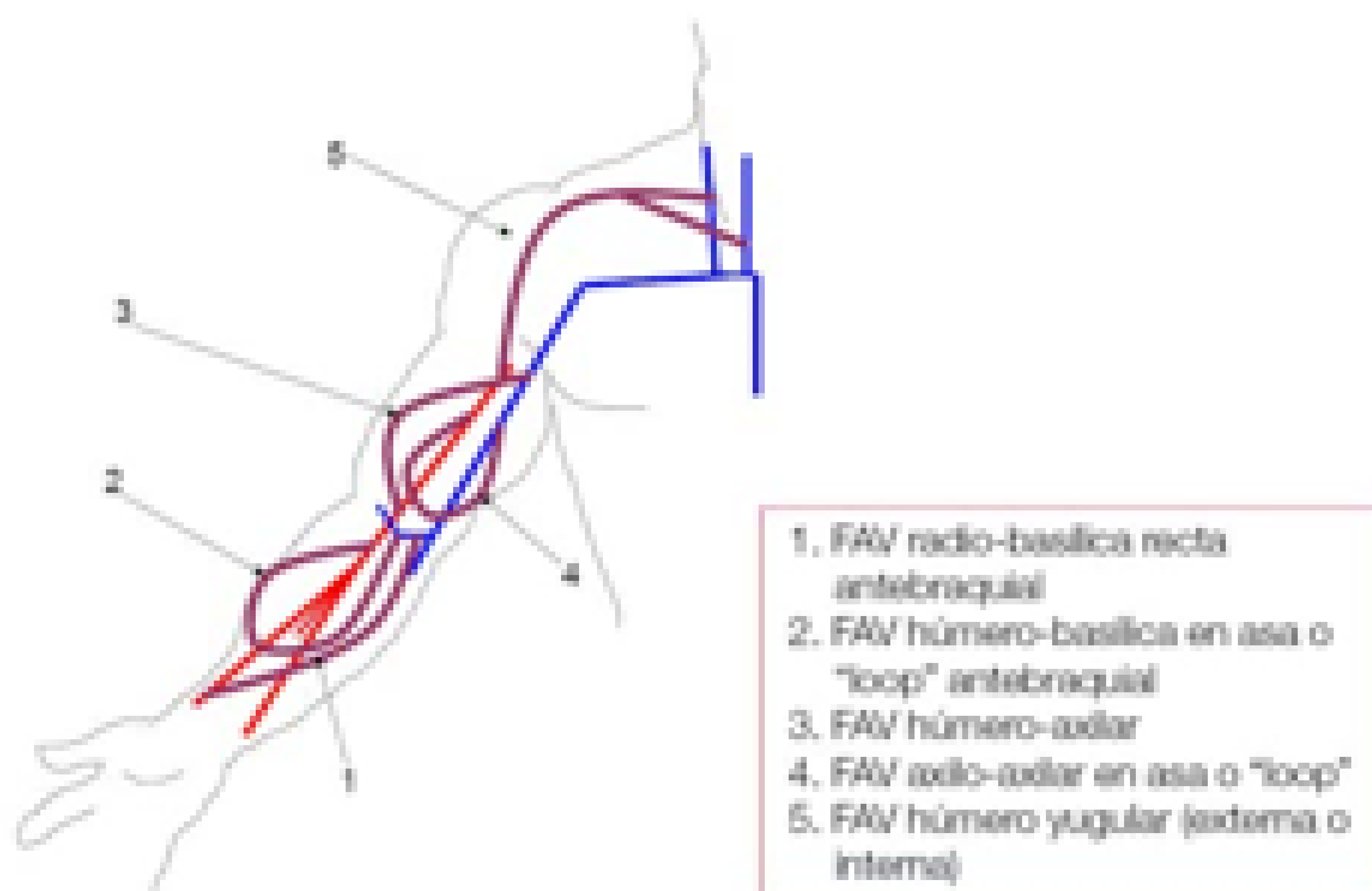


Figura 4. Diagrama de las posibles fístulas arterio-venosas protésicas.

PRUEBAS COMPLEMENTARIAS

❖ **RADIOLOGÍA CONVENCIONAL.**

- Solo para valoración de catéteres (Situación y plegamiento).

❖ **ECOGRAFÍA DOPPLER.**

- Información anatómica.
- Información fisiológica/hemodinámica.
- Inocua, no invasiva, reproducible y gran disponibilidad.
- No permite valoración de vasos centrales (intratorácicos).

❖ **ANGIO – TC.**

- Mapa vascular completo.
- Usa contraste yodado. Radiación ionizante.
- Contraindicado en alérgicos e insuficiencia renal.

❖ **ANGIO – RM.**

- Mapa vascular completo.
- No usa contraste yodado. No radiación ionizante.
- Caro. Poco disponible.
- Contraindicado en paciente con Insuficiencia renal.

❖ **FISTULOGRAFÍA.**

- Gold Standart. Diagnóstico-terapéutica.
- Invasiva. Usa contraste yodado. Radiación ionizante.

INDICACIONES DE ESTUDIO

- ❖ Control madurativo.
- ❖ Edema del miembro superior.
- ❖ Hematomas, aneurismas y pseudoaneurismas.
- ❖ Disminución del “thrill”.
- ❖ Soplo de duración corta o piante.
- ❖ Dificultad para la canulación.
- ❖ > tiempo de sangrado post-punción.
- ❖ > flujo.
- ❖ <presión venosa con = flujo.

ECOGARFÍA DOPPLER: Protocolo de exploración

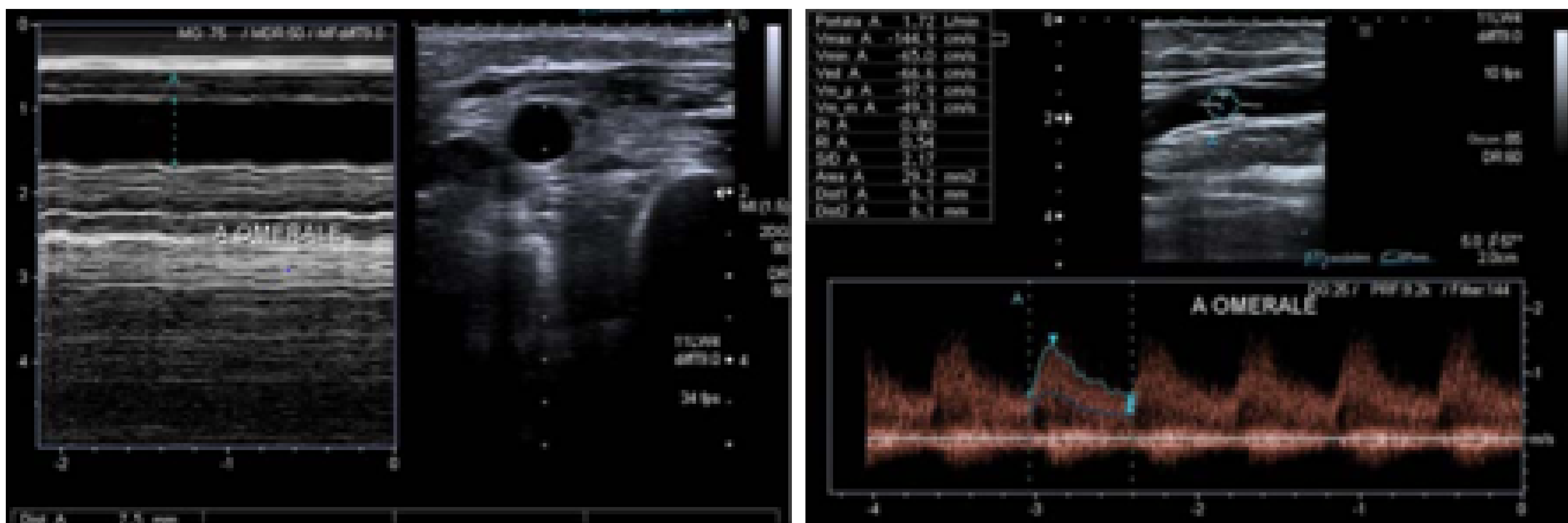
□ Transductor:

- Lineal de 7,5-12 MHz empleando los modos *M*, *B*, *Doppler color* y *Doppler espectral*. Utilizar abundante gel y realizar una presión muy ligera.
- Convexo de 5 MHz en pacientes con cuellos muy gruesos.
- En el caso del estudio Doppler conviene disminuir la frecuencia para detectar mejor velocidades de flujo.

□ Posición de exploración:

- Vasos centrales: en decúbito supino con el cuello en extensión y rotación contralateral a la exploración.
- Sistema vascular del brazo: en decúbito supino con el miembro superior extendido, antebrazo en supinación y separado del cuerpo. El miembro de la fístula se coloca hacia el lado del explorador.

ESTRUCTURA ANALIZADA	PROTOCOLO PASO A PASO
Arteria braquial	<p><u>Estudio transversal en modo B:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar la arteria braquial. Describir su diámetro, su curso y su división en arteria radial y cubital. - Para una mayor precisión y evitar los errores de medición en relación con la pulsatilidad se puede emplear el modo M.
Arteria braquial	<p><u>Estudio longitudinal en modo B y modo Doppler:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar la velocidad del flujo Doppler espectral en la arteria braquial y realizar el calculo del volumen de flujo (mL/min).
Anastomosis arterial	<p><u>Estudio transversal y longitudinal en modo B y modo Doppler:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Describir la anastomosis entre la arteria (braquial/radial) y la vena/injerto en 2 diámetros (mm) y el máximo pico de velocidad sistólica (cm/s).
Vena eferente / Injerto	<p><u>Estudio transversal y longitudinal en modo B (modo M si es necesario):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Describir el diámetro medio de la vena eferente/injerto, su curso y su profundidad respecto a la piel. -Analizar la pared, la luz del acceso vascular y las partes blandas periacceso. Describir cualquier alteración en términos de estructura, dimensiones o impacto hemodinámico. - Analizar el Doppler color para identificar aliasing o zonas hipoecogénicas en la luz.



Figuras 5 y 6. Ecografía en modo M e imagen axial en modo B de la arteria humeral (figura 5), imagen longitudinal en modo B y modo Doppler espectral (figura 6). En la figura 5 se ejemplifica que la medición del diámetro en modo M permite disminuir los errores y obtener la media de la pulsatilidad. En la figura 6 se aprecia la arteria humeral en la que se realizando me medición del flujo. En la porción inferior de la imagen se observa su flujo Doppler espectral.

ESTRUCTURA ANALIZADA

PROTOCOLO PASO A PASO

Anastomosis venosa (confluencia del injerto/vena con otro vaso)

Estudio transversal y longitudinal en modo B y modo Doppler:

- Describir la anastomosis entre el injerto y la vena en 2 diámetros (mm) y el máximo pico de velocidad sistólica (cm/s) o entre la vena y otro gran vaso (generalmente una vena central).

Flujo del injerto

Estudio transversal en modo B (modo M si es necesario):

- Describir los diámetros del injerto en 2 diámetros (mm) y medir el volumen de flujo directamente (mL/min).

Partes blandas y vasos accesorios

Estudio transversal y longitudinal en modo B (modo M si es necesario):

- Identificar y describir todas las alteraciones de partes blandas aportando características cuantitativas y cualitativas (dimensiones, relaciones anatómicas, etc).

Estudio transversal y longitudinal en modo Doppler color:

- Describir la vascularización de cualquier anomalía encontrada.
- Describir los vasos colaterales que puedan disipar el flujo sanguíneo de la vena eferente para realizar un mejor seguimiento del acceso y su maduración.

ECOGARFÍA DOPPLER: Criterios de normalidad

□ Modo B:

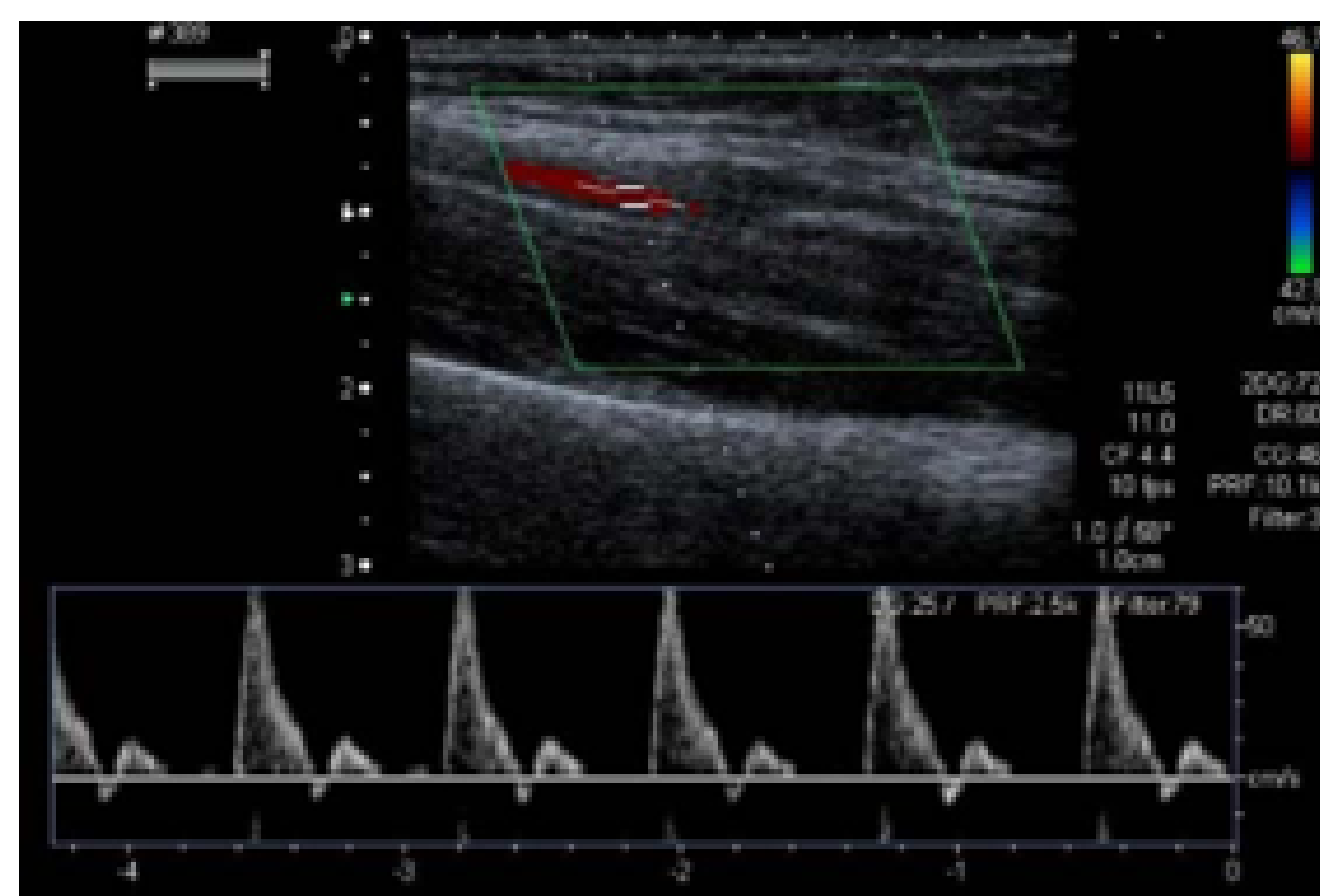
- Paredes lisas bien definidas con luz anecoica.
- Calibre de la vena eferente ≥ 6 mm. Puede existir mayor dilatación en los puntos de punción.
- En caso de fístula protésica 5-6 mm.

□ Doppler color:

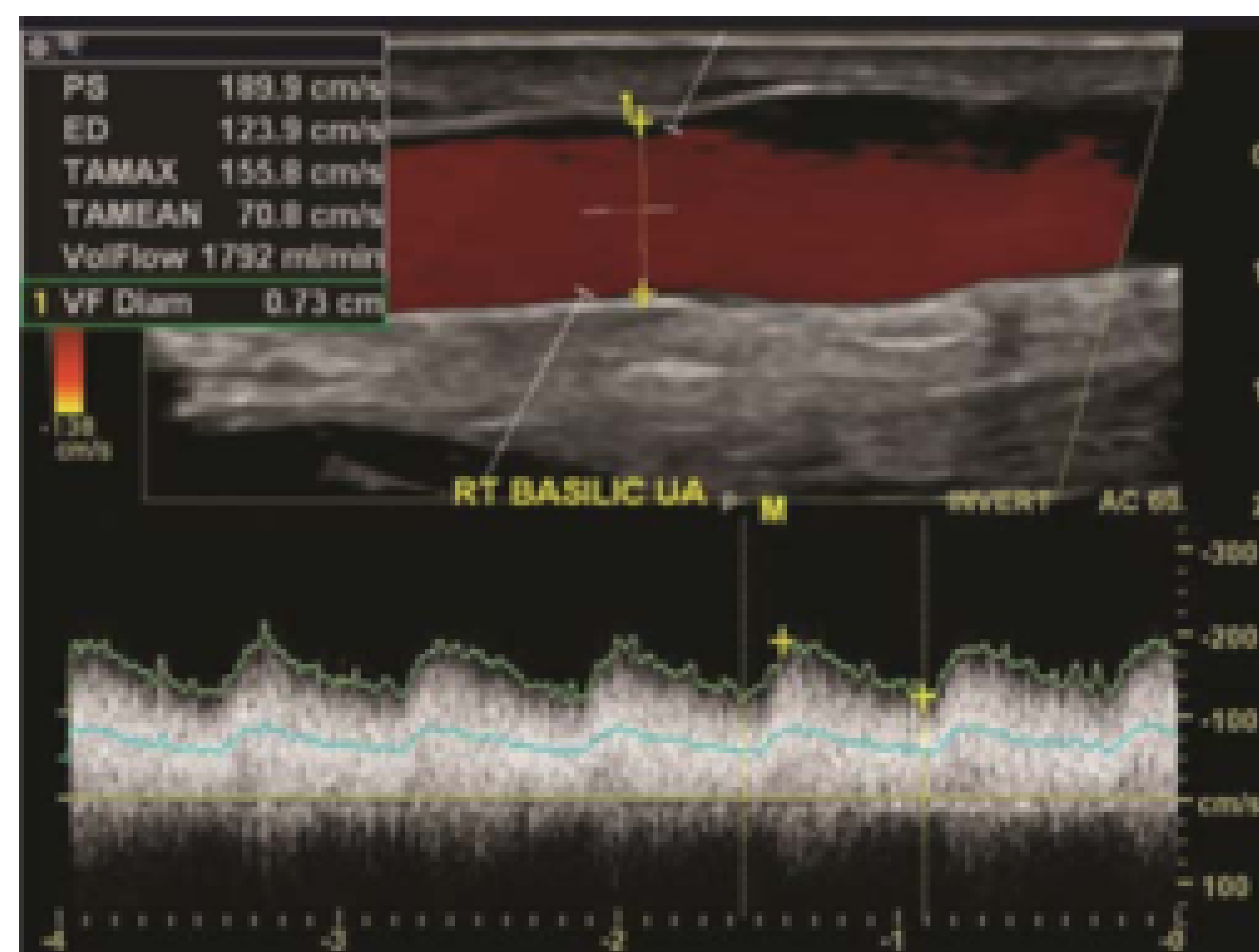
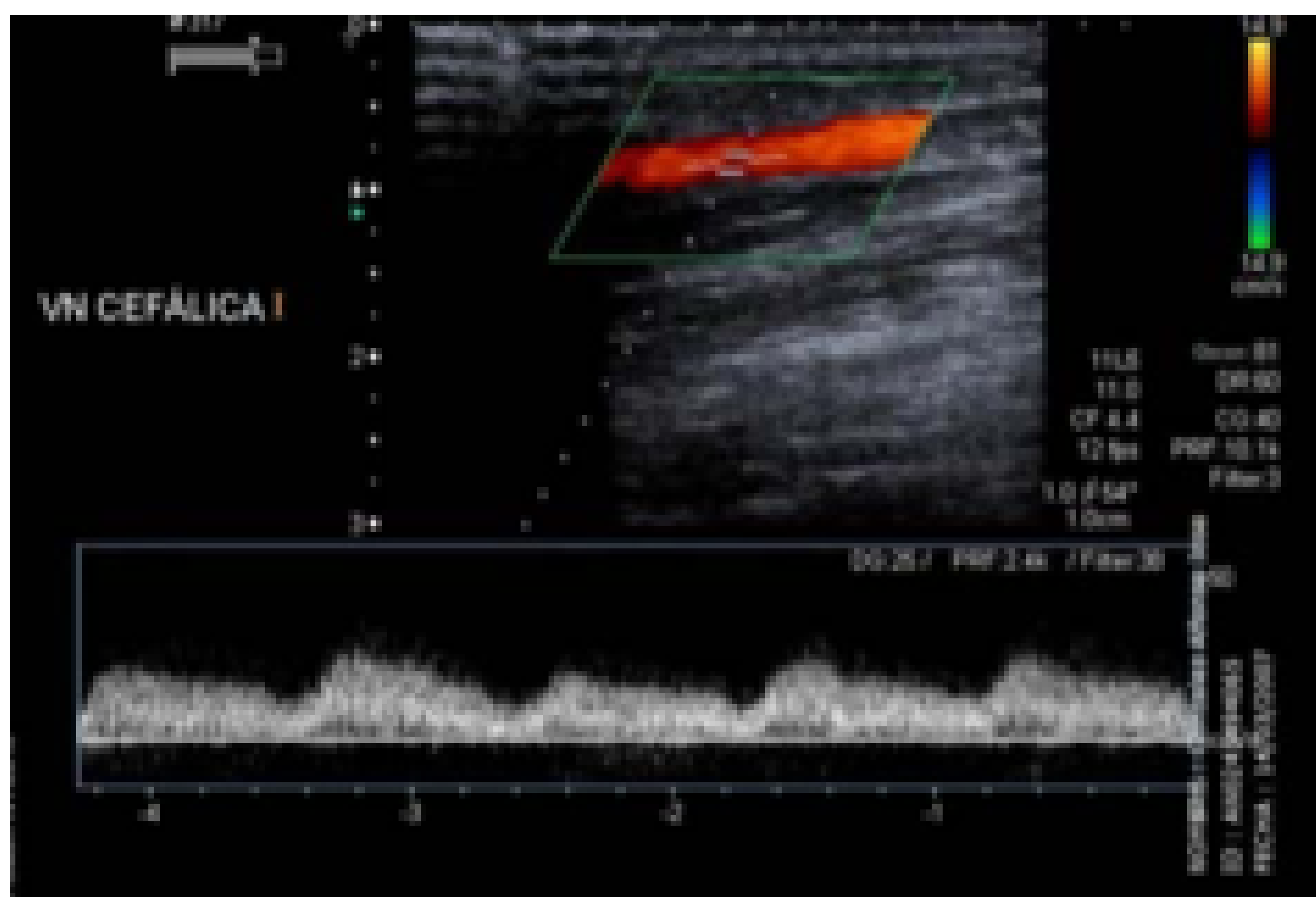
- Flujo unidireccional en la arteria aferente y en la vena eferente o injerto.
- En la anastomosis arterial puede existir flujo de alta velocidad turbulento con “patrón en mosaico”.
- En caso de fístula protésica en zonas de punción con dilatación puede existir flujo turbulento.
- No hay habitualmente colateralidad.

□ Doppler espectral:

- Flujo de baja resistencia monofásico unidireccional en la arteria aferente y en la vena eferente o injerto.
- Volumen pico sistólico (VPS):
 - En la anastomosis arterial < 400 cm/s.
 - En segmento venoso o injerto < 300 cm/s (entorno a 100cm/s).
- Arteria aferente con flujo de baja resistencia e $IR < 0,5$.
- Arteria aferente con flujo de alta resistencia distal a la anastomosis.



Figuras 7 y 8. Ecografía en modo B: imagen axial (figura 7) e imagen longitudinal (figura 8). En la figura 7 se aprecia la anastomosis entre el injerto y la vena axilar. En la figura 8 se observa la arteria humeral y su flujo Doppler espectral normal.



Figuras 9 y 10. Ecografía en modo B (imagen longitudinal) y en modo Doppler espectral. En la *figura 9* se aprecia la vena eferente (cefálica) que al igual que el injerto suelen mostrar leve pulsatilidad arterial con ensanchamiento del espectro por el amplio rango de velocidades de flujo. En la *figura 10* se observa la vena de drenaje de una fístula madura, con un diámetro (7 mm) y un flujo (1800 mL/min) adecuados.

ESTRUCTURA ANALIZADA	VOLUMEN DE FLUJO	SIGNIFICACIÓN
Fístula A-V Nativa	< 300 mL/min	Diálisis deficiente
	> 500 mL/min	FAV normal
	> 1000 mL/min	Flujo elevado
	> 1600 mL/min	Posible IC congestiva o síndrome de robo.
Fístula A-V Protésica	< 500 mL/min	Diálisis deficiente
	> 600 mL/min	FAV normal

ECOGARFÍA DOPPLER: Criterios de maduración

Regla del “6”:

- Volumen de flujo > 600 mL/min.
- Diámetro de la vena eferente ≥ 6 mm.
- Profundidad desde la piel < 6 mm.

COMPLICACIONES

- ❖ Control madurativo.
- ❖ Falta de maduración de la fístula nativa.
- ❖ Estenosis.
- ❖ Trombosis.
- ❖ Pseudoaneurisma.
- ❖ Aneurisma.
- ❖ Hematoma.
- ❖ Síndrome de robo.
- ❖ Isquemia arterial asociado al acceso vascular periférico.
- ❖ Síndrome de hiperaflujo.

ECOGARFÍA DOPPLER: Criterios de estenosis

□ Modo B:

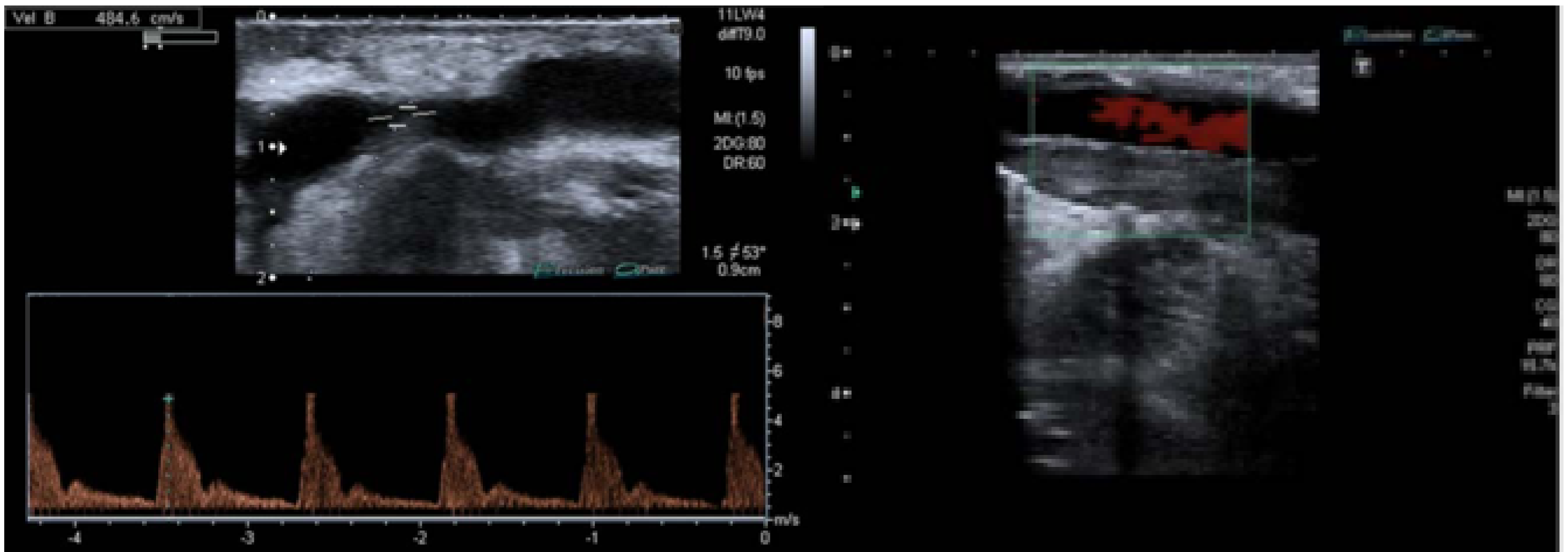
- Presencia de trombos murales, flaps intimales o válvulas venosas estenóticas.
- Calibre < 3 mm.

□ Doppler color:

- "Aliasing" en la zona de estenosis.
- Aumento de la colateralidad.

□ Doppler espectral:

- Volumen pico sistólico (VPS):
 - En la anastomosis arterial > 400 cm/s.
 - En segmento venoso o injerto > 300 cm/s.
- Ratio VPS estenosis/preestenosis:
 - En la arteria aferente > 2.
 - En la anastomosis arterial, vena eferente o injerto > 3.
- IR > 0,5 – 0,7.



Figuras 11 y 12. Ecografía en modo B: imagen longitudinal (figuras 11 y 12) e imagen en modo Doppler espectral (figura 11). En la *figura 11* se aprecia un estenosis yuxta-anastomótica con disminución del diámetro y un aumento de la velocidad pico sistólica medida mediante el flujo Doppler espectral. En la *figura 12* se observa una trombosis parcial de la fístula con un área en la porción inferior con material ecogénico y otra superior con flujo Doppler conservado.

ECOGARFÍA DOPPLER: Criterios de trombosis

□ Modo B:

- Ocupación completa de la luz vascular por material ecogénico.

□ Doppler color:

- Ausencia de Doppler color en la zona de ocupación.

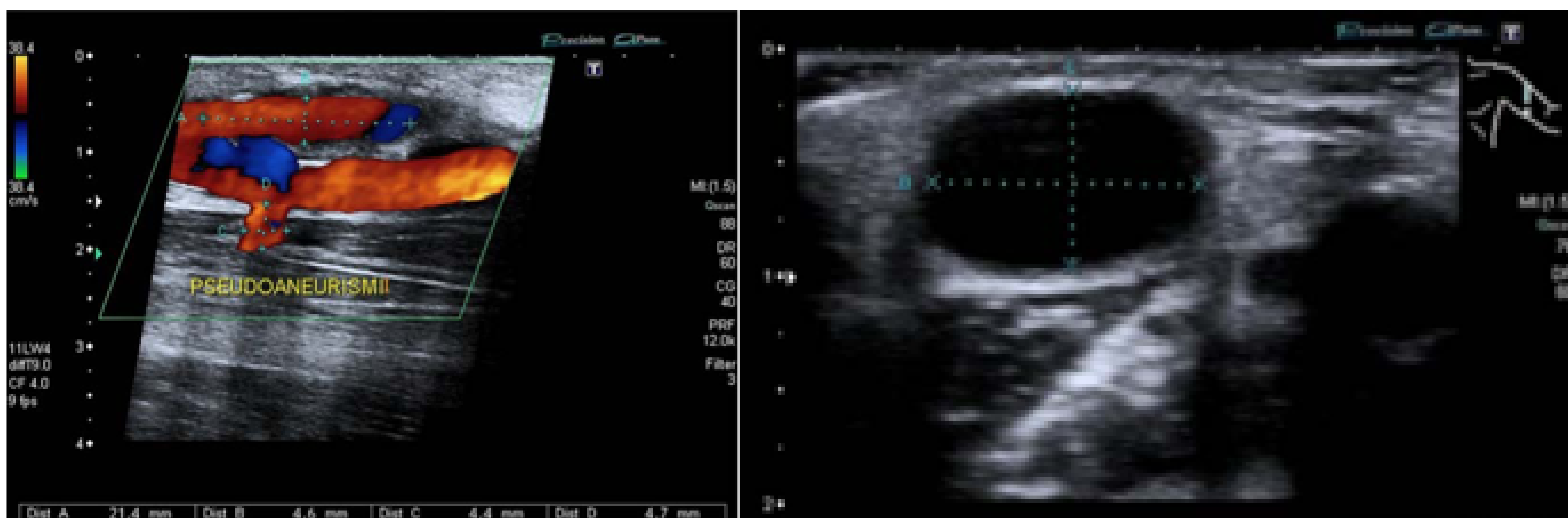
□ Doppler espectral:

- Arteria aferente proximal a la anastomosis con flujo de alta resistencia (inversión diastólica).
- Ausencia de flujo Doppler espectral en la zona de ocupación.
- $IR > 0,7$.

	<u>NORMALIDAD</u>	<u>ESTENOSIS</u>	<u>TROMBOSIS</u>
Modo B (Calibre)	Luz anecoica (≥ 6 mm)	Flaps/trombo mural (< 3 mm)	Luz ocupada (puede > 6 mm)
Doppler color	Unidireccional	Unidireccional Turbulento Aliasing	Ausente
Colateralidad	Puede existir	Aumentada	-
Flujo Doppler espectral	Baja resistencia	-	Alta resistencia (Inversión diastólica)
IR	$< 0,5$	$> 0,5 - 0,7$	$> 0,7$
VPS	< 400 cm/s	> 400 cm/s	-

PSEUDOANEURISMAS

- Masa pulsátil en zonas de punción o anastomosis.
- 2-10% de los injertos. < frecuencia en FAV nativas.
- Doppler color y espectral:**
 - Patrón típico en “ying-yang” con el Doppler color.
 - Signo del Vaivén o “entrada-salida” con onda espectral típica en el cuello del pseudoaneurisma.
 - Los pseudoaneurismas anastomóticos con cuello ancho se comportan como los aneurismas desde el punto de vista Doppler, es decir pueden no tener flujo de Vaivén.
 - Vigilancia si son pequeños o estables. Cirugía si son anastomóticos.



Figuras 13 y 14. Ecografía en modo B: imagen longitudinal (figuras 13) e imagen axial (figura 14). En la *figura 13* se aprecian dos pseudoaneurismas dependientes del injerto con flujo Doppler conservado y su morfología típica en “ying-yang”. En la *figura 14* se observa un aneurisma venoso sin trombosis.

ANEURISMAS Y HEMATOMAS

□ ANEURISMA:

- Afecta a fístulas de larga duración por degeneración mural. Puede afectar a la arteria aferente, a la anastomosis o a la vena eferente.
- Dilatación focal de la luz vascular con flujo Doppler conservado en su interior.
- Si no presenta trombo y la FAV es funcionante no precisa tto.
- La presencia de trombo endoluminal o mural, el compromiso de la piel o el crecimiento rápido marcan la necesidad de tto.

□ HEMATOMAS:

- Se producen en sitios de punción.
- Colecciones hipoecoicas heterogéneas sin flujo doppler en su interior.
- Conviene realizar seguimiento hasta su resolución.

SÍNDROME DE ROBO

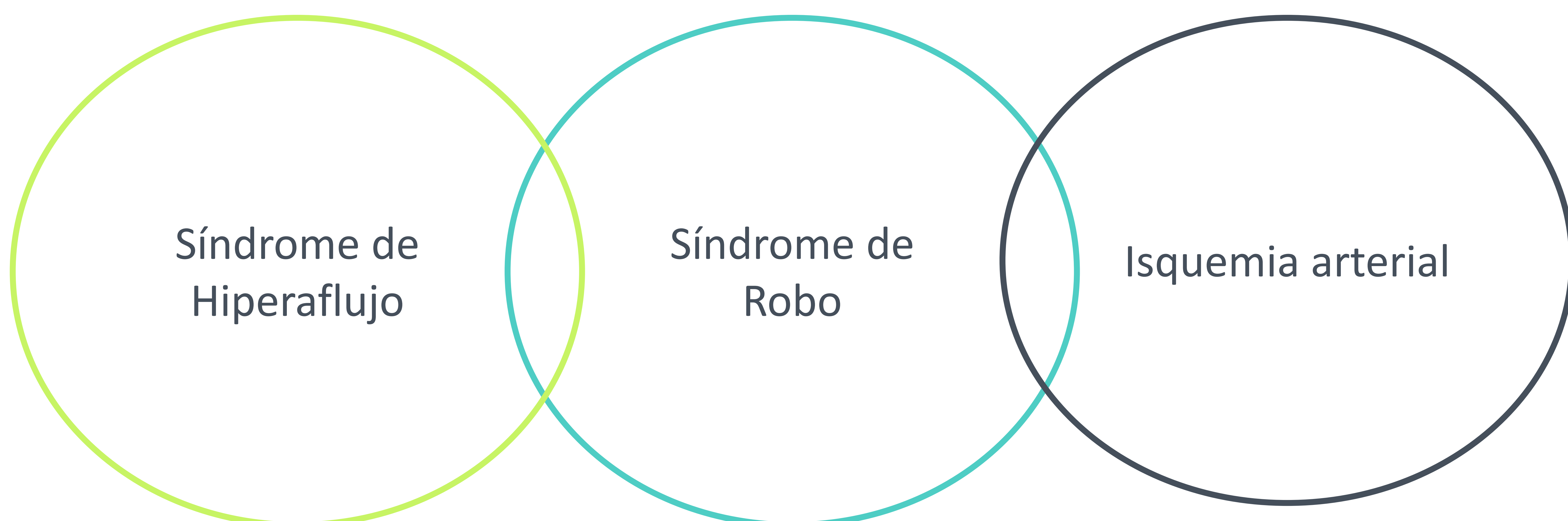
- ❑ Desde dolor en reposo o durante las sesiones hasta ulceraciones y necrosis distales.
- ❑ Sustracción en exceso de la FAV de la circulación que debería irrigar la región distal de la extremidad.
- ❑ Normalmente silente. Clínica cuando los mecanismos compensatorios fallan.
- ❑ **Doppler color y espectral:**
 - Flujos reducidos en arterias distales (<VPS).
 - Flujo invertido completo o parcial (solo durante la diástole) en la arteria eferente distal a la anastomosis A-V.
 - Mediante la compresión de la fístula se reestablece el flujo anterógrado normal de la arteria distal a la anastomosis A-V.

SÍNDROME DE HIPERAFLUJO

- ❑ Se produce por flujo aumentado en una FAV con IC de alto gasto.
- ❑ Las complicaciones del mismo son IC, síndrome del robo, edema de la extremidad y dilatación aneurismática arterial y/o venosa.
- ❑ Debido a este hiperaflujo disminuyen las resistencias periféricas y la TA produciendo una insuficiencia cardiaca por alto gasto.
- ❑ **Doppler color y espectral:**
 - Volumen de flujo > 1600 mL/min.

ISQUEMIA ARTERIAL asociada al acceso vascular periférico

- ❑ El síndrome de robo es la causa de isquemia más frecuente.
- ❑ Entre otras pueden coexistir y/o aumentar su gravedad la estenosis arterial proximal, la arterioesclerosis, la HT venosa, las trombosis y los émbolos distales, etc.



CONCLUSIONES:

- El estudio de los accesos vasculares en los pacientes en hemodiálisis es cada vez más relevante debido a la alta incidencia de pacientes bajo dicho tratamiento.
- La radiología tiene un papel esencial en su estudio y por ello es imprescindible conocer los protocolos para su adecuado seguimiento, así como la detección precoz de sus principales complicaciones.
- La ecografía Doppler es la técnica de primera elección para el estudio del mismo, así como la detección precoz de complicaciones.

BIBLIOGRAFÍA:

- Zamboli P, Fiorini F, D'Amelio A, Fatuzzo P, Granata A. Color Doppler ultrasound and arteriovenous fistulas for hemodialysis. *J Ultrasound*. 2014;17(4):253-263.
- Nalesso F, Garzotto F, Petrucci I, Samoni S, Virzi GM, Gregori D, et al. Standardized Protocol for Hemodialysis Vascular Access Assessment: The Role of Ultrasound and Color Doppler. *Blood Purif*. 2018;45:260-269.
- Teodorescu V, Gustavson S, Schanzer H. Duplex Ultrasound Evaluation of Hemodialysis Access: A Detailed Protocol. *Int J Nephrol Renovasc Dis*. 2012;2012:508956.
- Dumars MC, Thompson WE, Bluth EI, Lindberg JS, Yoselevitz M, Merritt CR. Management of suspected hemodialysis graft dysfunction: usefulness of diagnostic US. *Radiology*. 2002;222(1):103-107.