

Evaluación preoperatoria del acceso vascular para hemodiálisis y sus complicaciones mediante ecografía doppler

Mario Roquette Mateos¹, Eugenia Rangel Villalobos¹, Francisco Aneiros Rosón¹, Teresa Busquier Cerdán¹, María Paz Mayorga Pineda¹, Clara Gil Perea²

¹Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla;

²Hospital Universitario Reina Sofía, Córdoba.

OBJETIVO DOCENTE

- Repasar la anatomía y hallazgos ecográficos del sistema arterial y venoso del miembro superior.
- Conocer los criterios de calidad, mediante ecografía doppler, para la evaluación preoperatoria del acceso vascular en hemodiálisis.
- Reconocer los hallazgos normales en la exploración doppler de una fístula arteriovenosa (FAV) para hemodialisis.
- Identificar las principales complicaciones en las FAV.

REVISIÓN DEL TEMA: INTRODUCCIÓN

La hemodiálisis o terapia de sustitución renal permite principalmente la eliminación de tóxicos de la sangre y la eliminación de sobrecarga hídrica.

Se utiliza como tratamiento sobre todo en casos de fracaso renal agudo (FRA) y enfermedad renal crónica (ERC).

Para realizar la hemodiálisis es necesaria una comunicación con el torrente sanguíneo, es decir, tener un **ACCESO VASCULAR**.

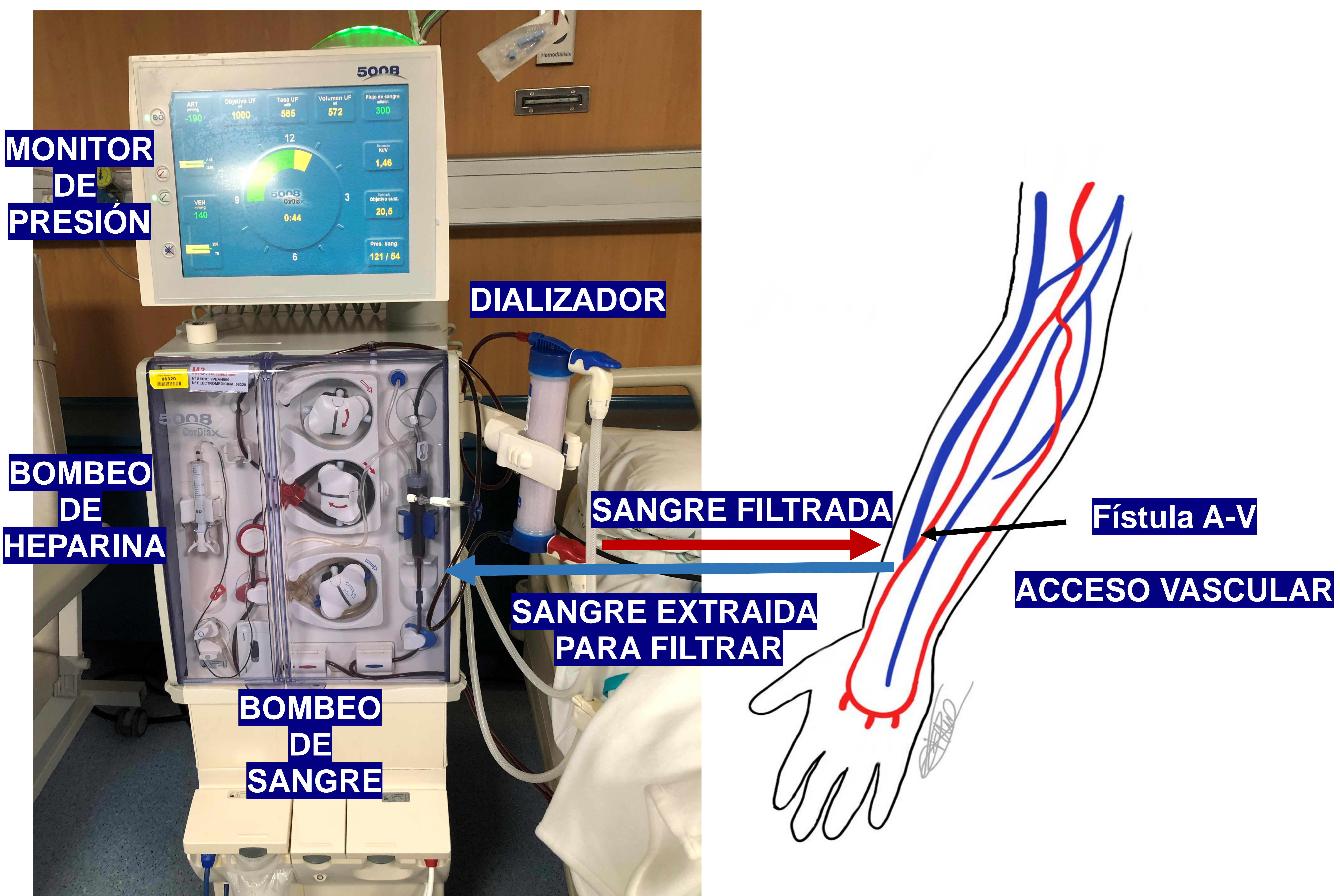


Fig. 1. Ilustración del funcionamiento de la máquina de diálisis y su relación con la fístula A-V (Acceso vascular).

REVISIÓN DEL TEMA: RECUERDO ANATÓMICO

SISTEMA ARTERIAL

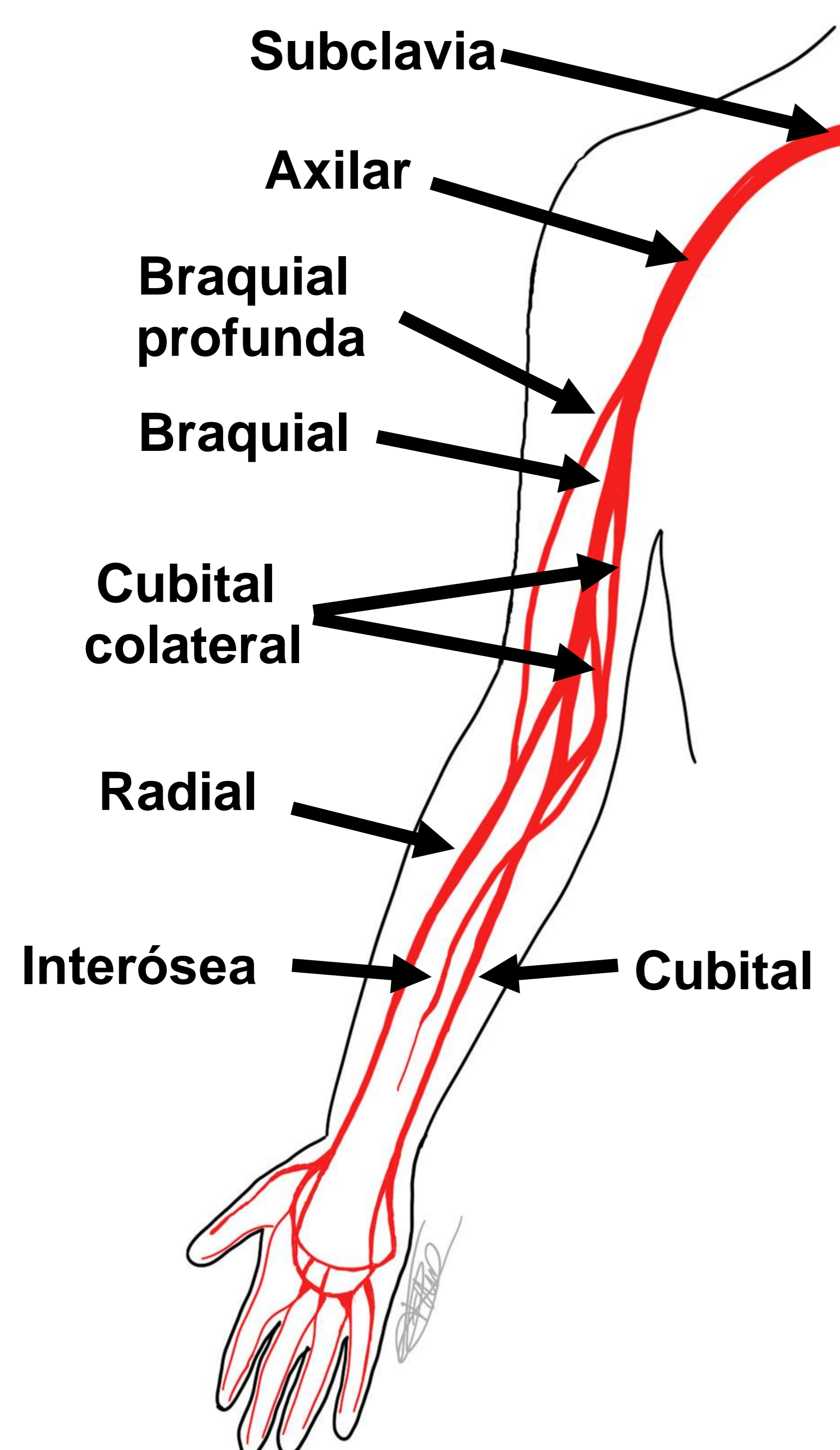


Fig. 2. Dibujo anatómico de las arterias del miembro superior derecho.

Cayado aórtico



Tronco braquiocefálico derecho



Subclavia derecha



Axilar



Braquial



Radial



Cubital



Arco palmar

CARACTERÍSTICAS ECOGRÁFICAS DE ARTERIAS

Las arterias presentan las siguientes características ecográficas:

- Son estructuras tubulares.
- Anecogénicas.
- No se colapsan a la compresión.
- Muestran ondas trifásicas (Alta resistencia).

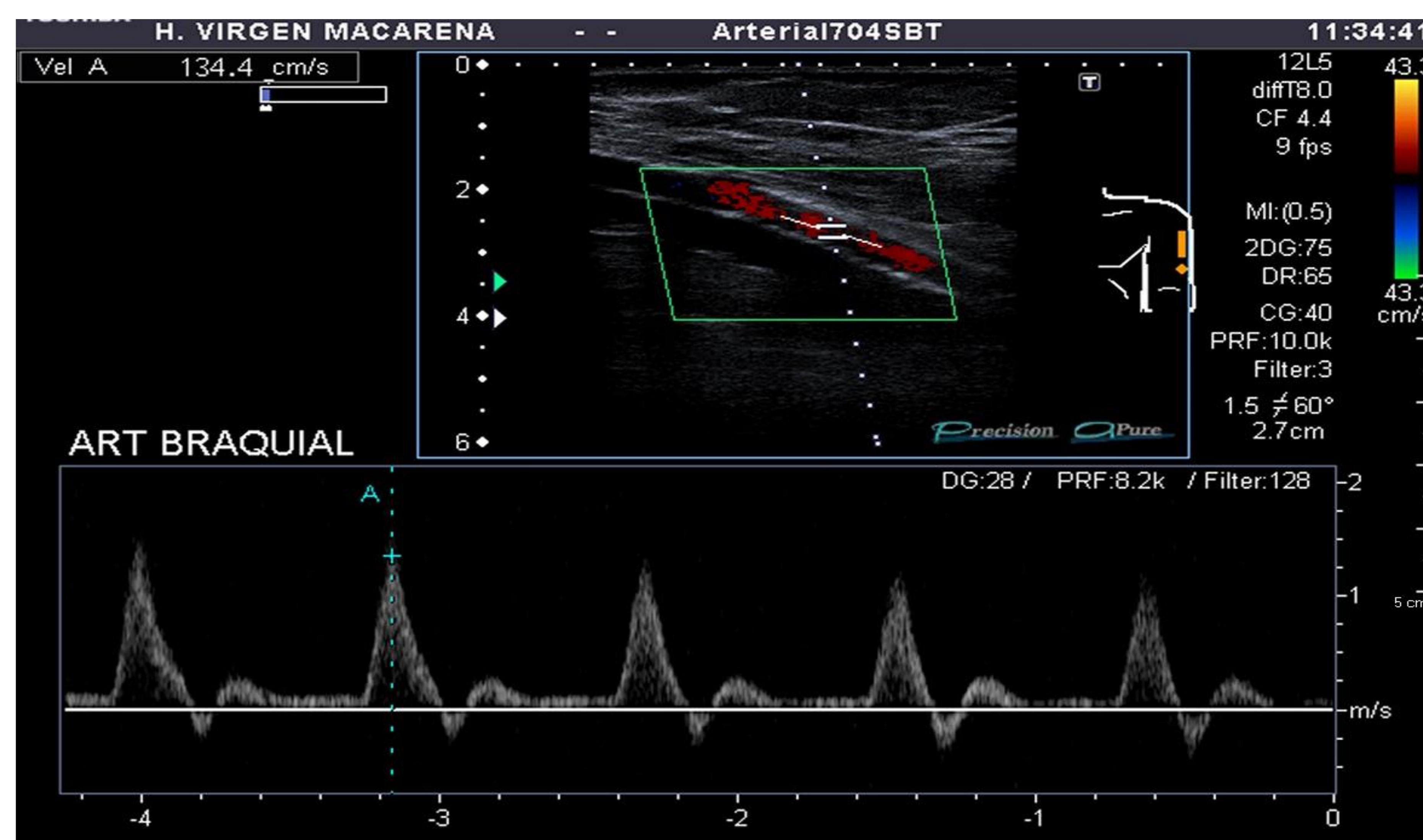


Fig. 3. Ecografía Doppler espectral de arteria braquial. Se identifica patrón de flujo trifásico (alta resistencia).

REVISIÓN DEL TEMA: RECUERDO ANATÓMICO

SISTEMA VENOSO

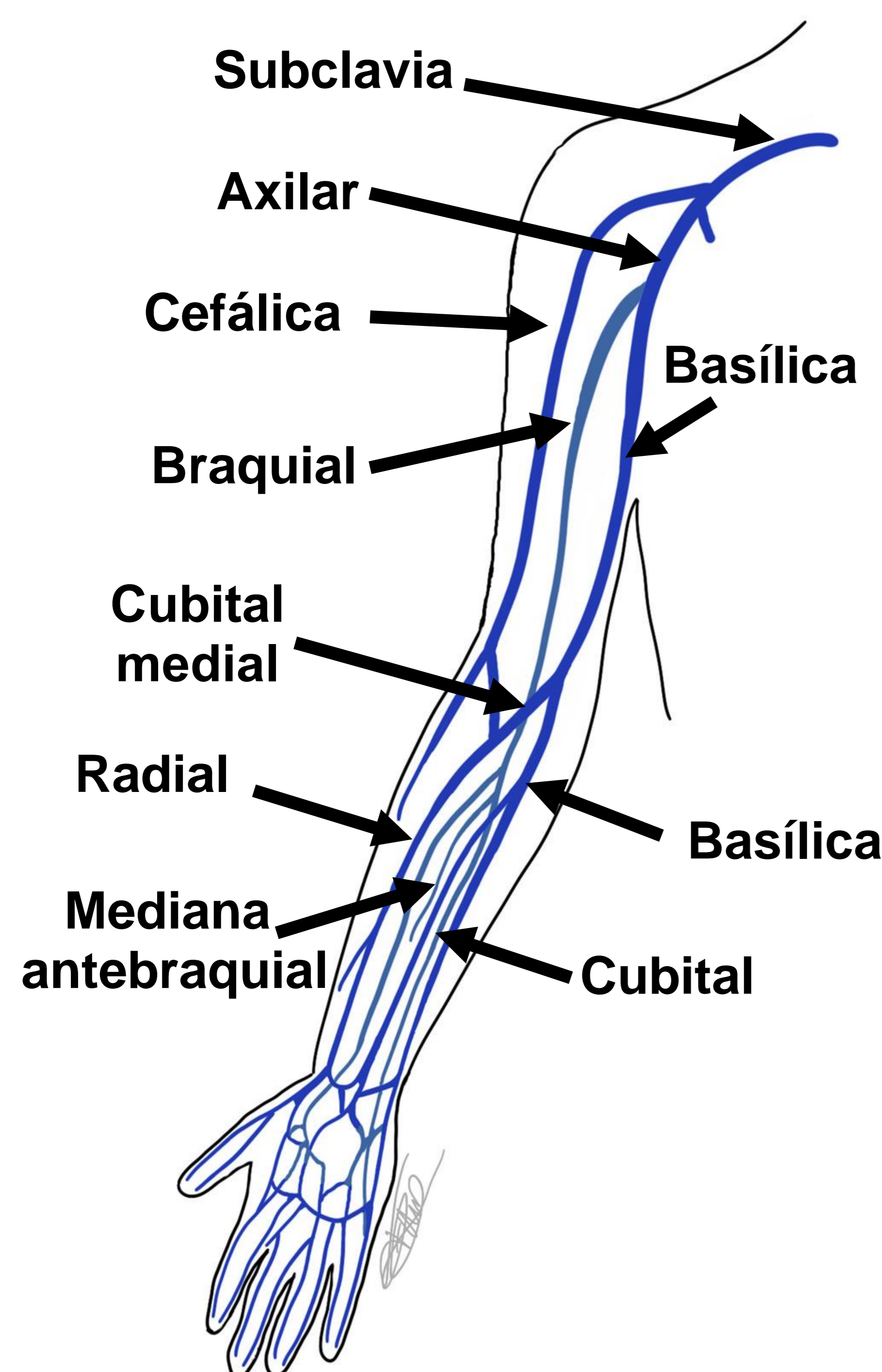
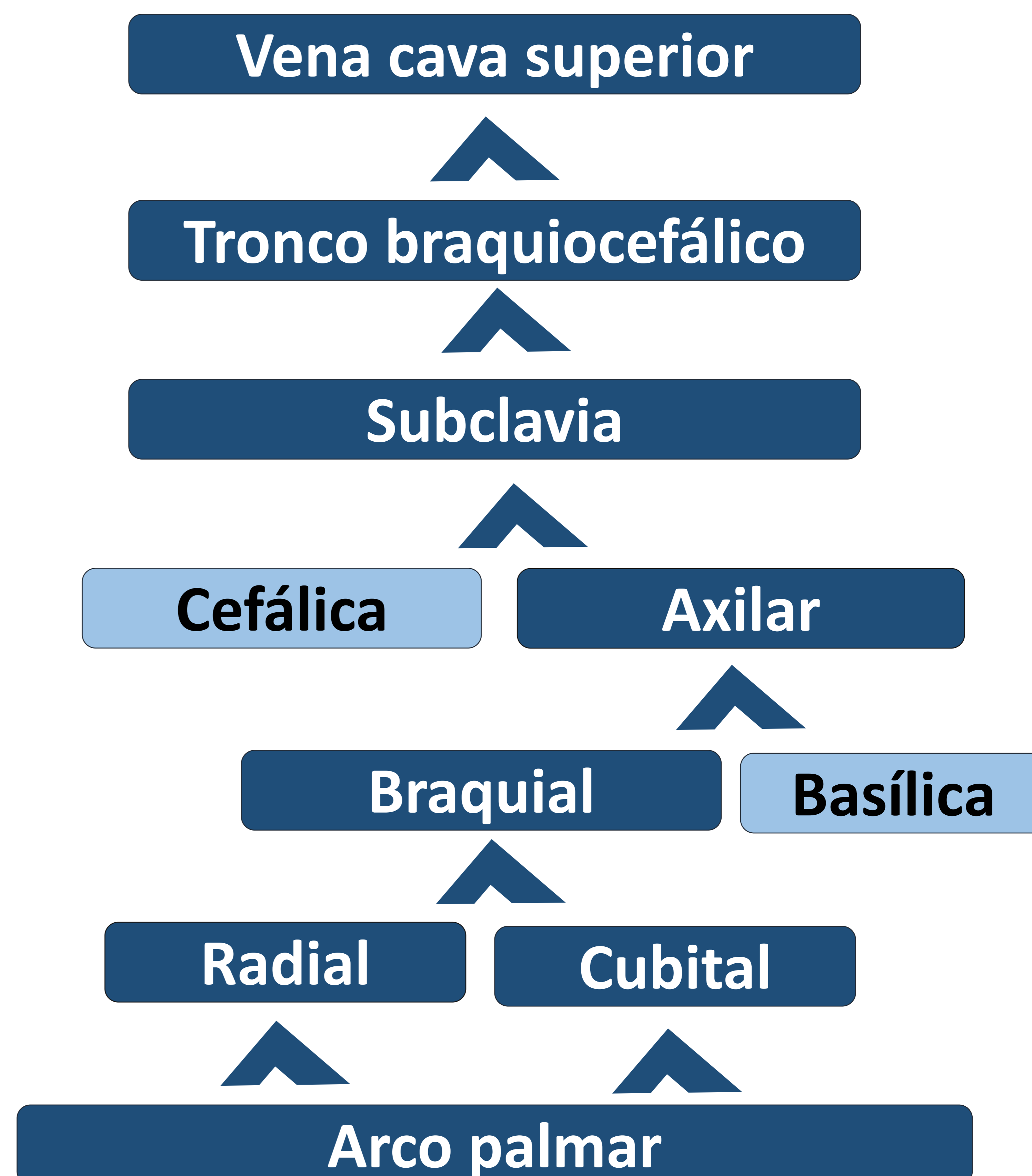


Fig. 4. Dibujo anatómico de las venas del miembro superior derecho.



* En azul oscuro venas del Sistema venoso profundo.

* En azul claro venas del sistema venoso superficial.

CARACTERÍSTICAS ECOGRÁFICAS DE VENAS

Las venas presentan las siguientes características ecográficas:

- Son estructuras tubulares.
- Anecogénicas.
- Se colapsan a la compresión.
- Varían de tamaño con la respiración.
- Muestran ondas fásicas con la respiración.

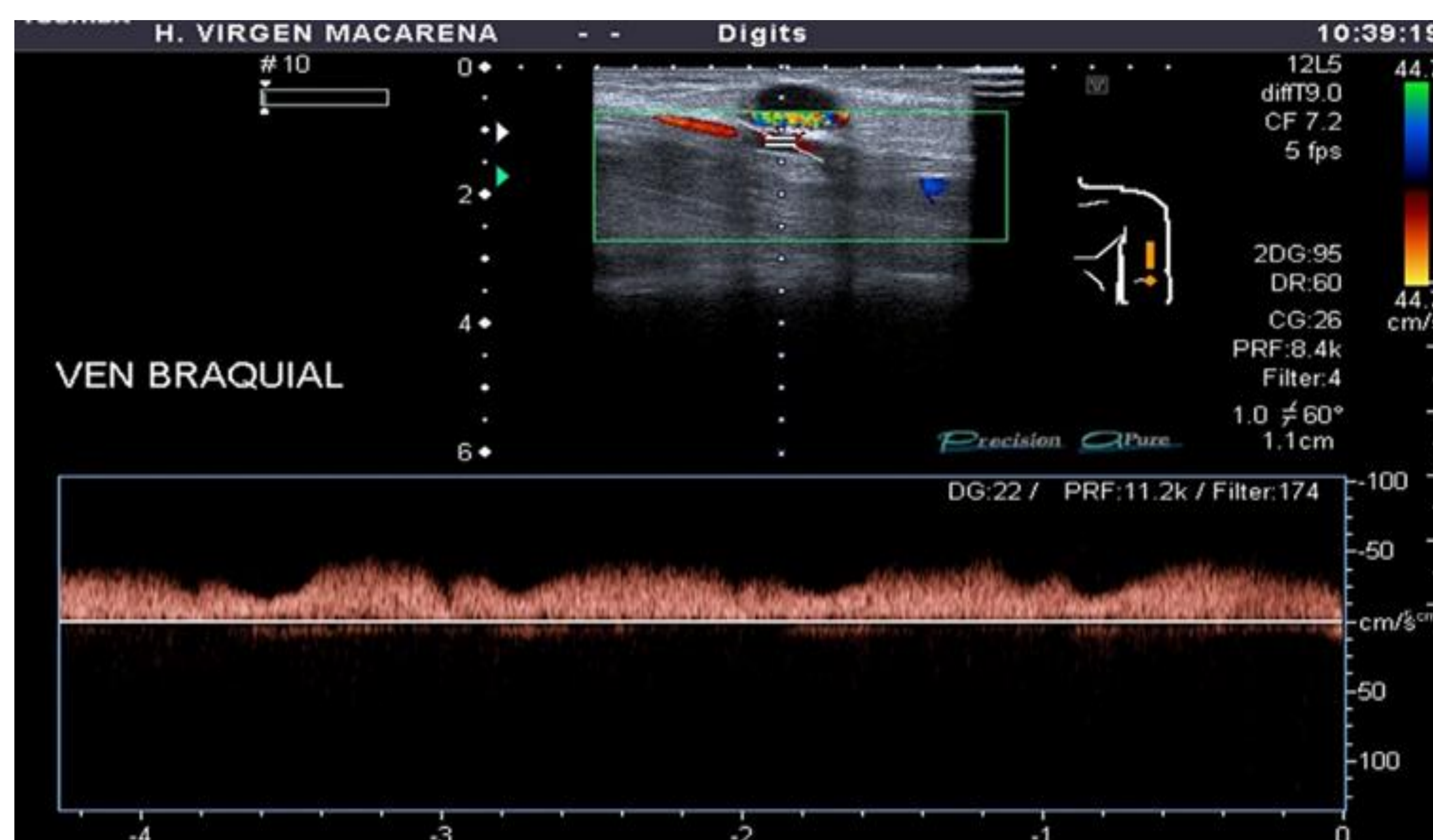


Fig. 5. Ecografía Doppler espectral de vena braquial. Se identifica patrón de flujo fásico con la respiración.

REVISIÓN DEL TEMA: TIPOS DE ACCESOS VASCULARES

Existen varios tipos de acceso vasculares y la elección dependerá de la edad del paciente, el contexto clínico (antecedentes personales y patologías que contraindiquen algún tipo de acceso vascular) y la duración del tratamiento (permanente o temporal).

Los tipos de acceso vasculares son:

- Catéter venoso central
- Fístula arteriovenosa (FAV) nativa.
- Fístula arteriovenosa (FAV) protésica

CATÉTER VENOSO CENTRAL

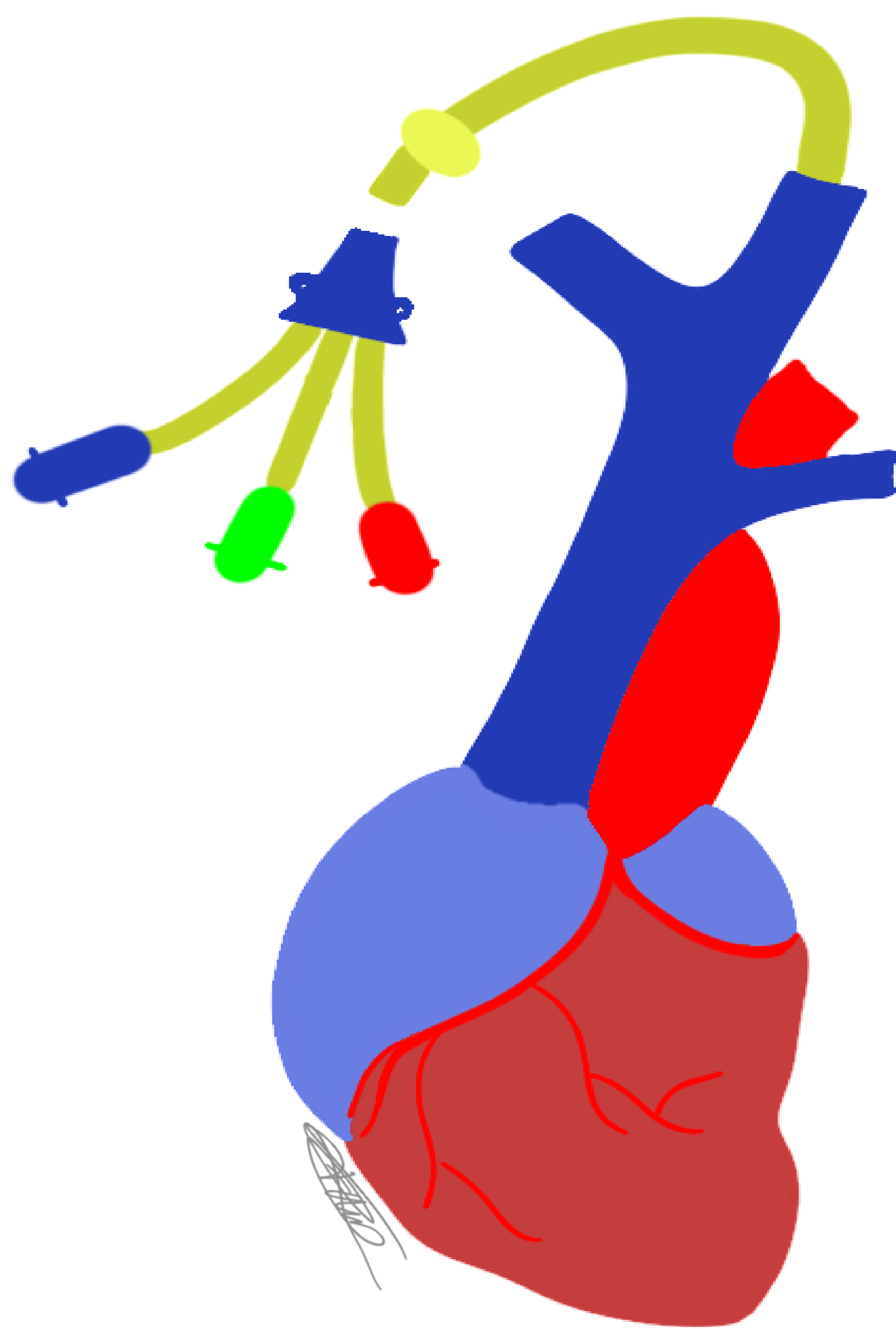


Fig. 6. Ilustración de catéter venoso central.

Es el tipo de acceso vascular **de elección en uso inmediato**.

Se coloca preferentemente a través de la vena yugular derecha.

Es de uso temporal o en pacientes con miocardiopatías.

Existe un alto riesgo de infecciones.

Se asocian a un riesgo de trombosis y estenosis de venas centrales, lo que limita la realización de FAV posteriores.

Presenta un menor flujo que las venas periféricas.

REVISIÓN DEL TEMA: TIPOS DE ACCESOS VASCULARES

FÍSTULA ARTERIOVENOSA NATIVA

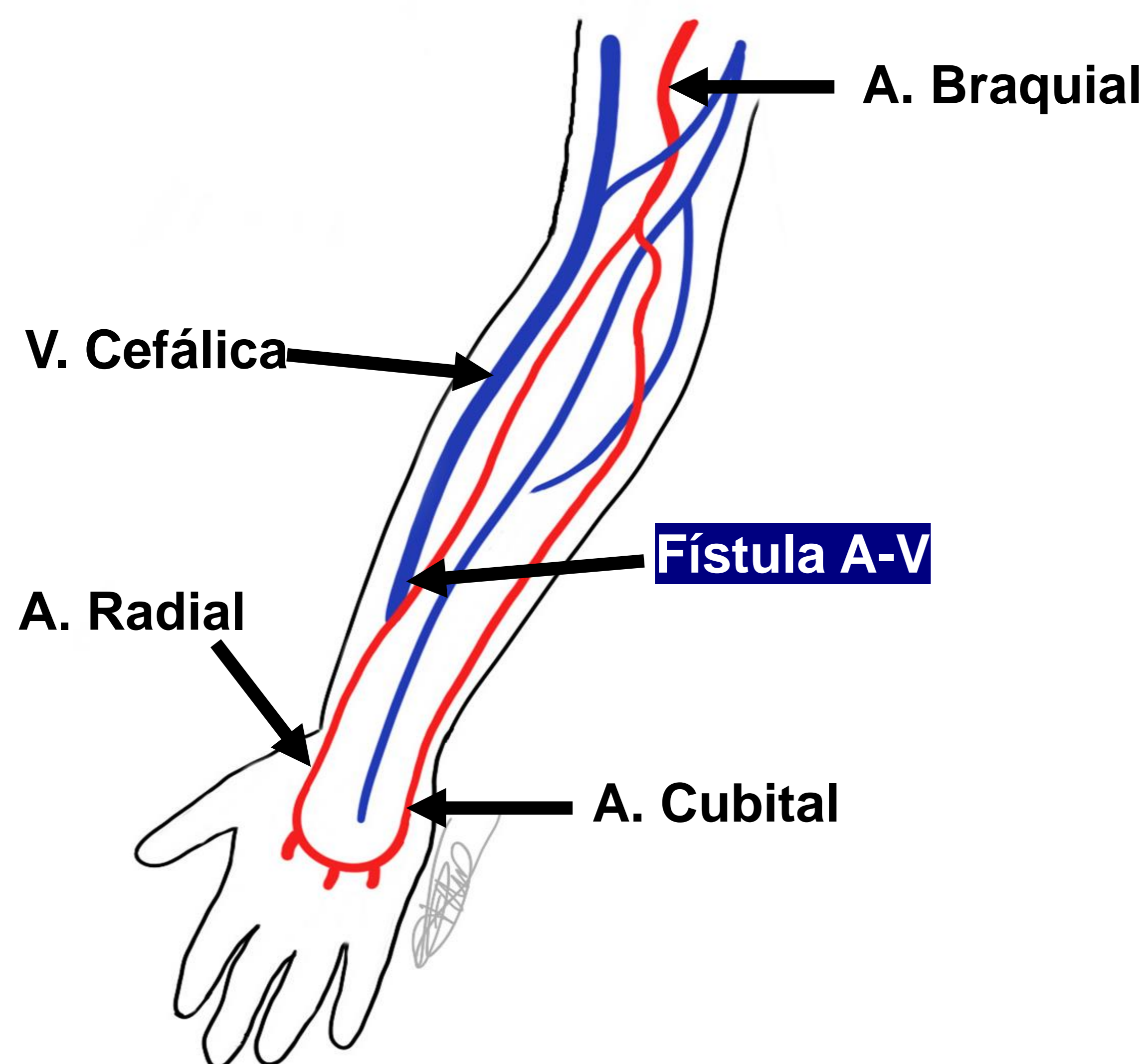


Fig. 7. Ilustración de FAV nativa radiocefálica.

Los **tipos de anastomosis** utilizados en las FAV nativas son los siguientes:

- Término-terminal
- Término-lateral
- Latero-lateral

Fístula de elección en tratamiento de larga evolución (ERC).

Menor riesgo de complicaciones.

Mayor longevidad (permeabilidad) que el resto de técnicas.

Tiempo de maduración de la FAV: 4-6 semanas.

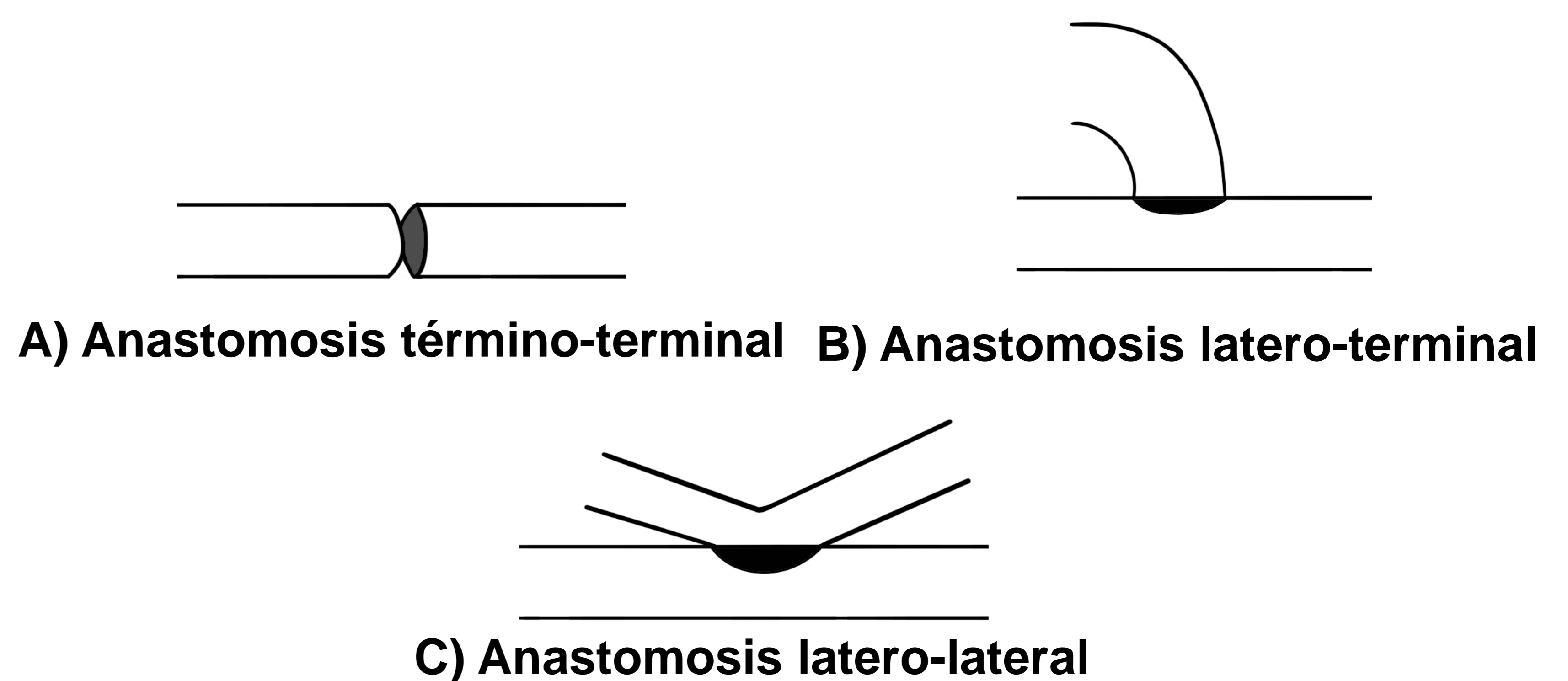


Fig. 8. Tipos de anastomosis. A) Término-terminal. B) Término-lateral. C) Latero-lateral.

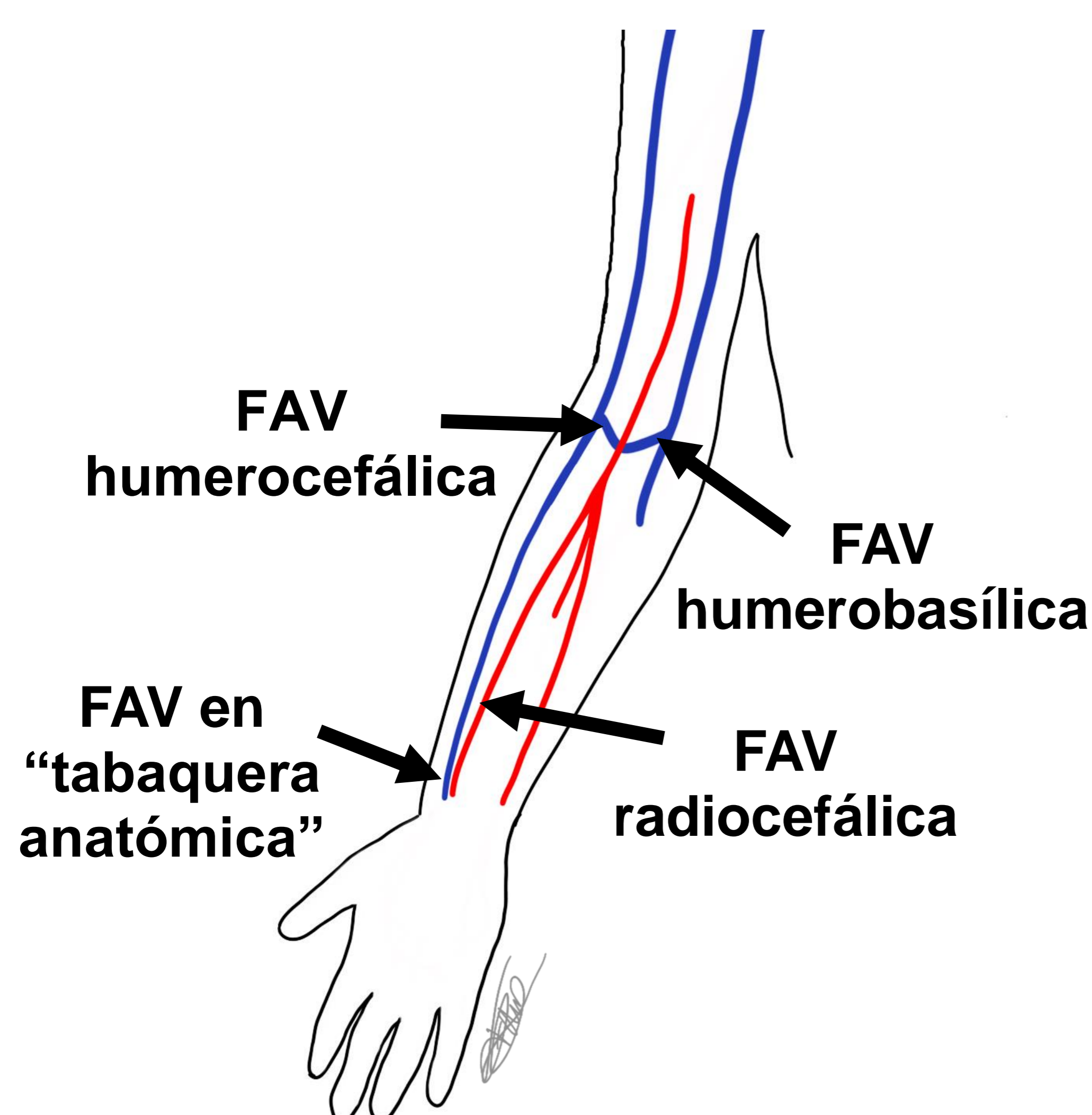
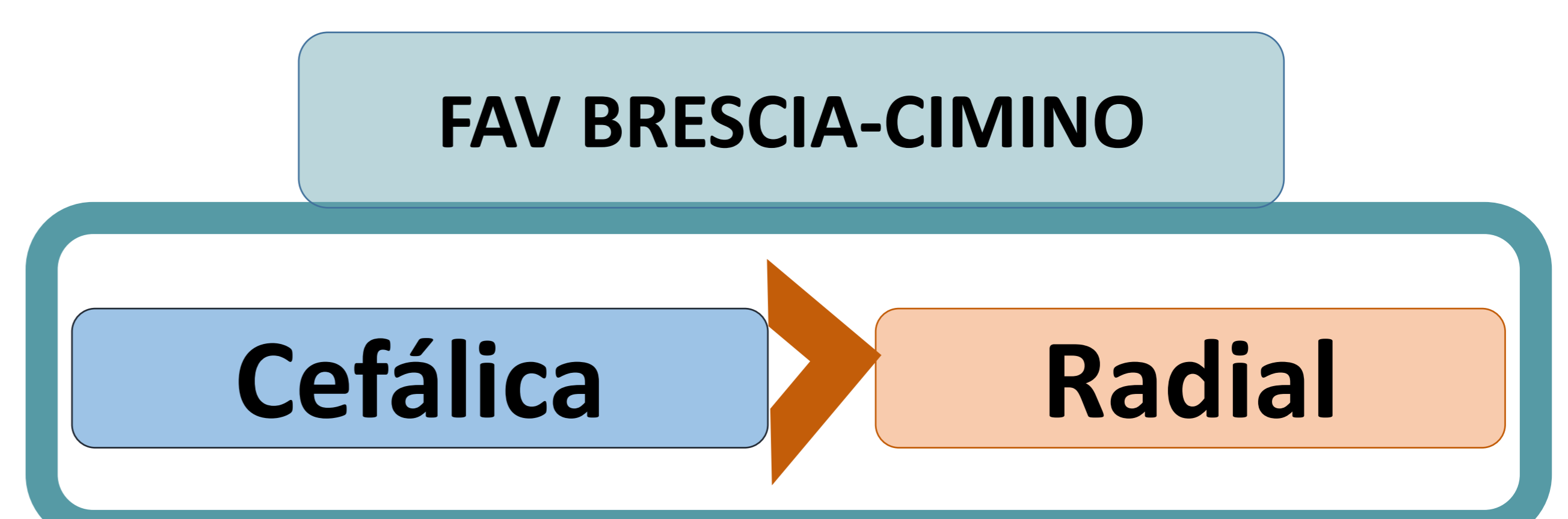


Fig. 9. Tipos de FAV nativas: A) Radiocefálica (Brescia-Cimino). B) Húmerocefálica. C) Húmerobasílica.

La FAV nativa realizada más frecuente es la denominada **Brescia-Cimino** que se realiza con anastomosis de la **arteria radial** y la **vena cefálica**.



REVISIÓN DEL TEMA: TIPOS DE ACCESOS VASCULARES

FÍSTULA ARTERIOVENOSA PROTÉSICA

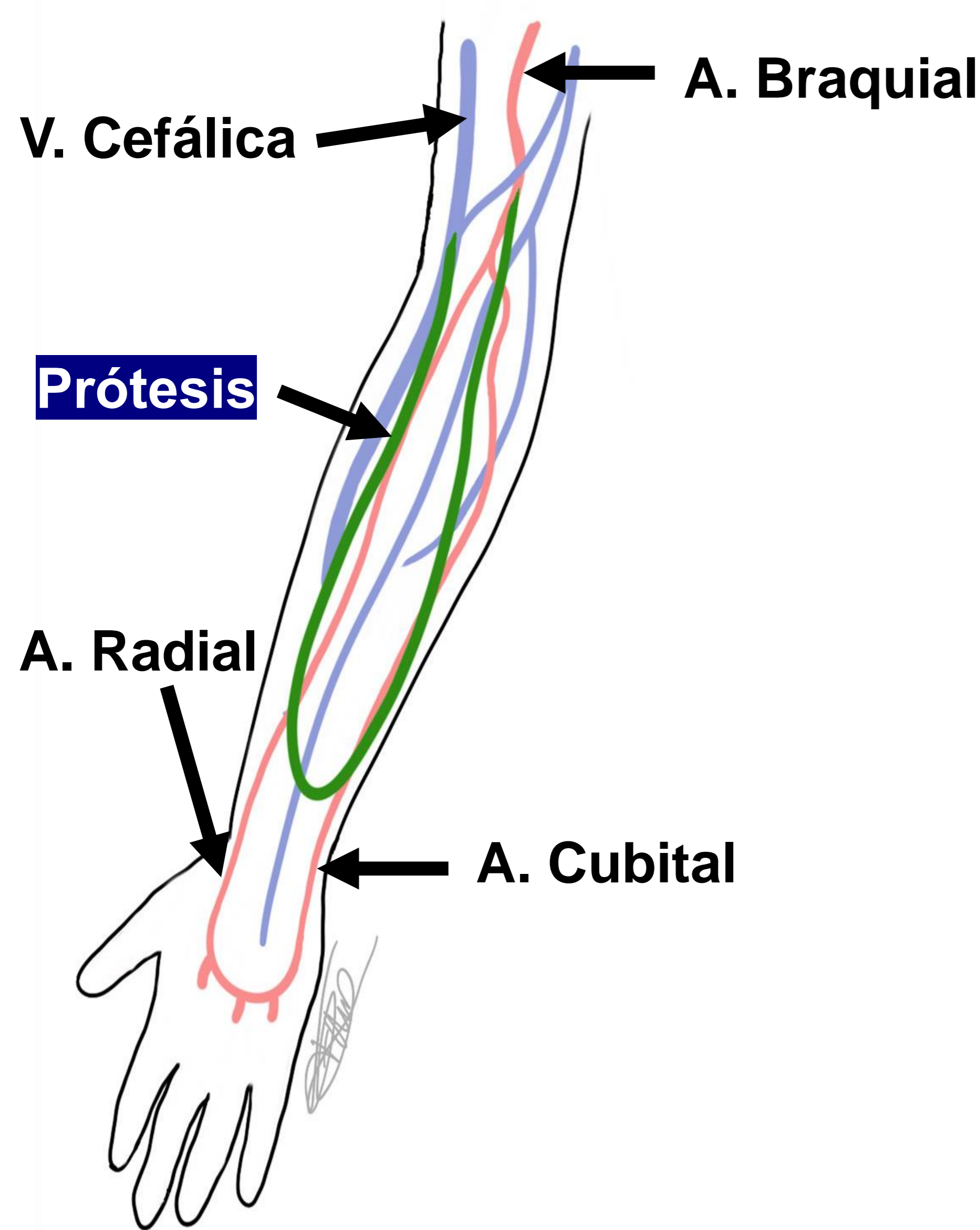


Fig. 10. Ilustración de FAV protésica braquiocefálica.

Fístula de segunda elección. Se realiza cuando no hay accesos autólogos.

Es de primera elección en pacientes de corta duración en hemodiálisis, por ejemplo, pacientes pediátricos, obsesos o con púrpura trombótica idiopática.

Prótesis compuesta por politetrafluoroetileno (PTFE).

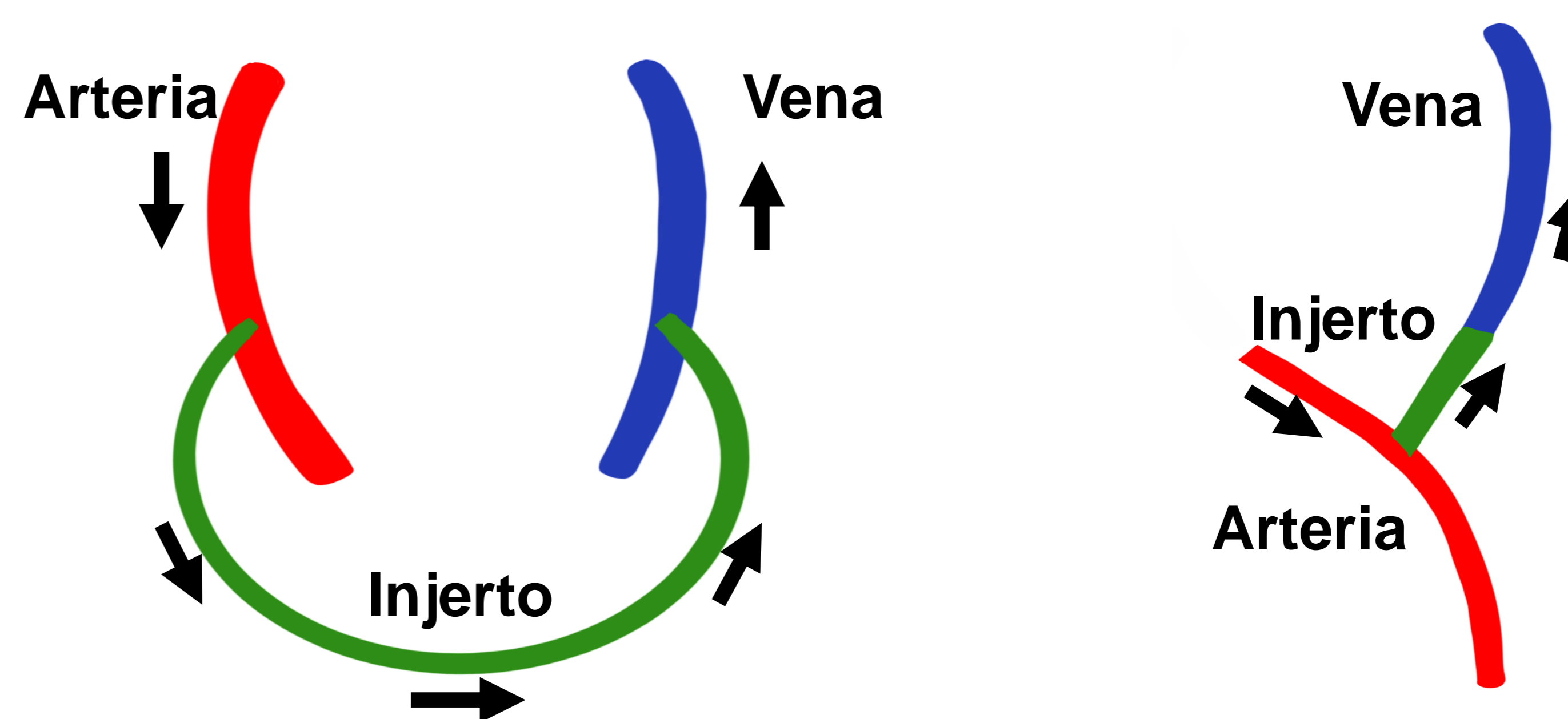
Mayor frecuencia de complicaciones.

Menor longevidad (permeabilidad) que la FAV nativa.

Tiempo de maduración de la FAV: menos de 2 semanas

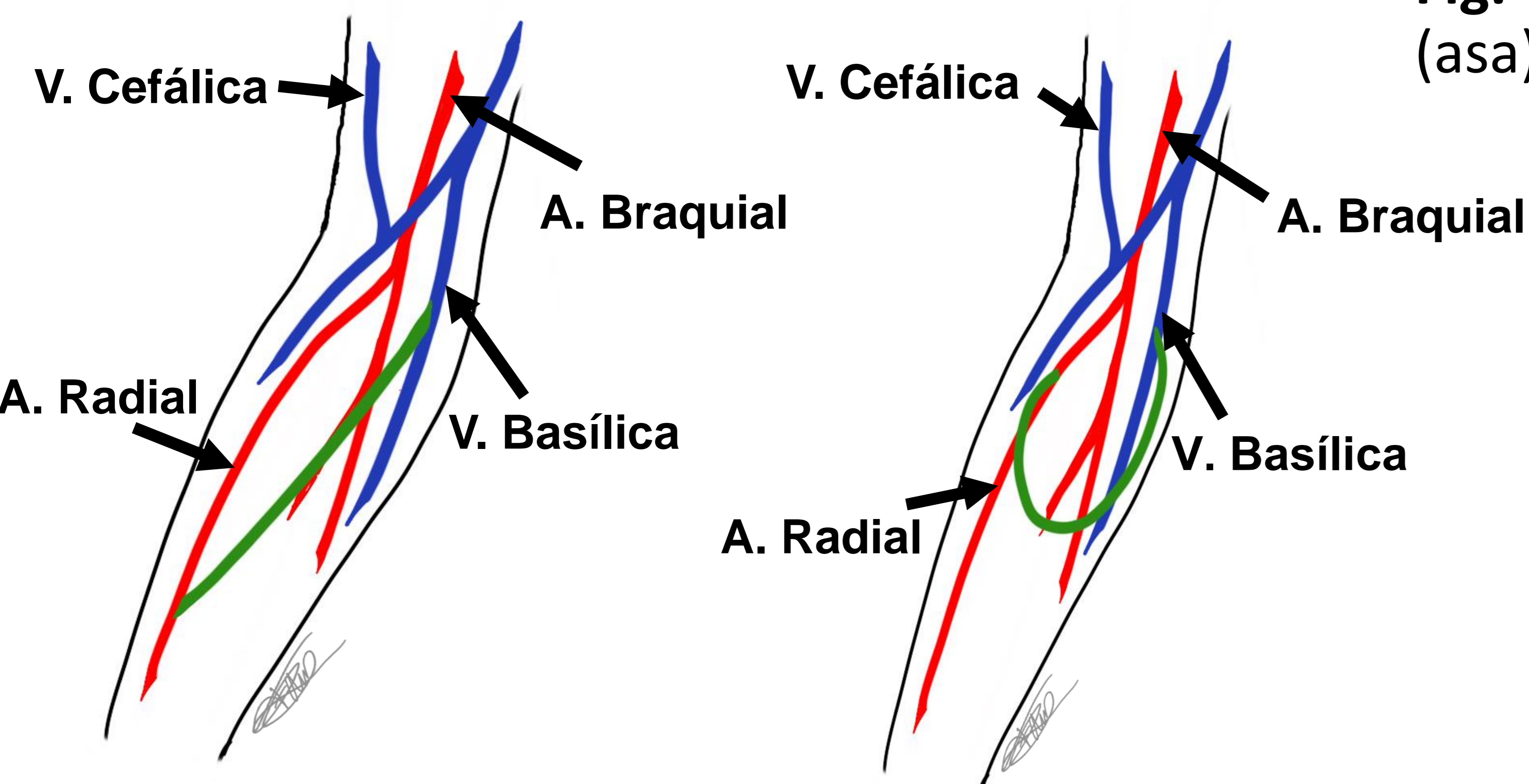
Los **tipos de anastomosis** utilizados en las FAV protésicas son los siguientes:

- Injerto de interposición (asa)
- Injerto de interposición (recto)



A) Injerto de interposición (asa) B) Injerto de interposición (recto)

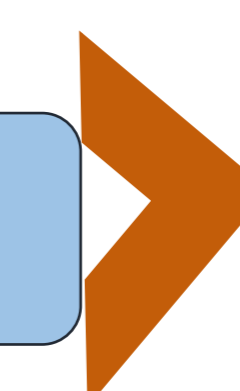
Fig. 11. Tipos de anastomosis. A) Injerto de interposición (asa). B) Injerto de interposición (recto).



A) Radiobasílica (recto) B) Radiobasílica (asa)

La FAV protésica realizada más frecuente es la que se realiza con anastomosis de la **arteria radial** y la **vena cefálica o basílica**.

Cefálica/Basílica



Radial

Fig. 12. Ejemplo de tipos de FAV protésicas radiobasílicas. A) Radiobasílica (recto). B) Radiobasílica (asa).

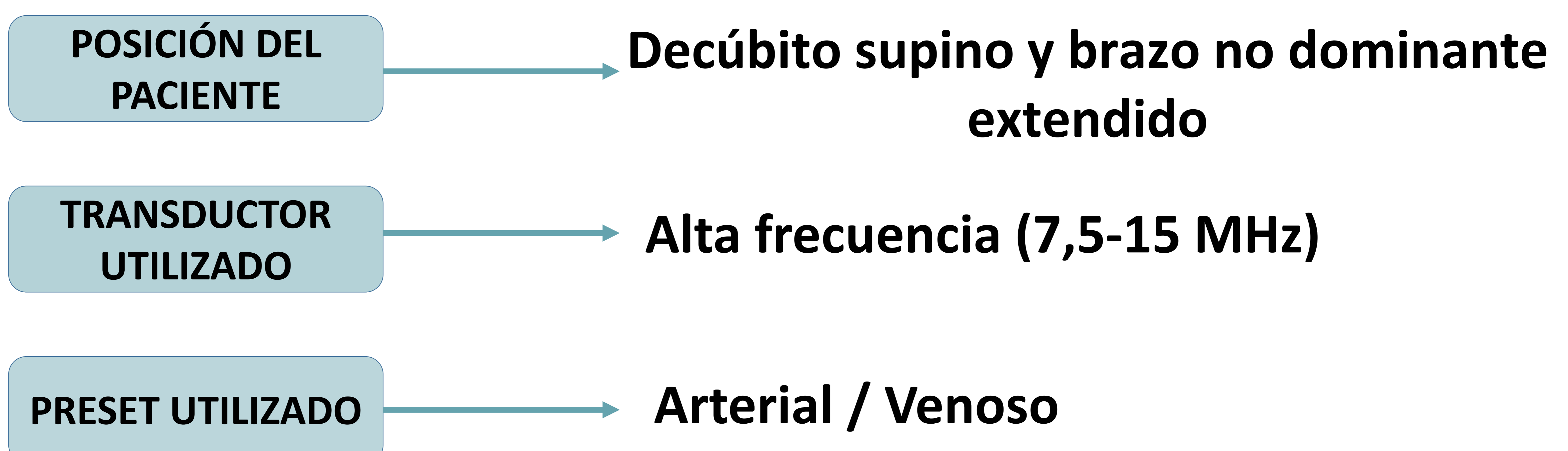
REVISIÓN DEL TEMA: TÉCNICA DE IMAGEN PARA EVALUAR ACCESOS VASCULARES

La técnica **GOLD STANDARD** para la evaluación de un acceso vascular sería la **venografía**, aunque la ecografía Doppler se considera la prueba de imagen de elección, ya que demuestra muchas ventajas respecto a la venografía y otras pruebas de imagen (**angio-RM**).

La **ecografía doppler** presenta las siguientes características:

- Accesibilidad del equipo diagnóstico.
- Barata.
- No invasiva.
- Dinámica (permite valorar el calibre, la dirección del flujo y la morfología del espectro).
- No produce radiación iónica.
- No utiliza contraste.
- Presenta limitación para valoración de estenosis/oclusiones de venas centrales proximales.

Por tanto, la evaluación preoperatoria para un adecuado acceso vascular la realizaremos mediante **ecografía doppler**:



REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN PREOPERATORIA DE ACCESOS VASCULARES

VALORACIÓN DEL SISTEMA VENOSO

Existen unos criterios de calidad de las características del sistema venoso para lograr un acceso vascular adecuado. Estos criterios son los siguientes:

- Paredes finas.
- Variación de tamaño con la respiración y compresión distal.
- Colapso con maniobras de compresión.
- Profundidad del vaso.
- Diámetro (Para FAV nativas debe ser $\geq 2,5$ mm y para FAV protésicas ≥ 4 mm).
- Flujo en vena subclavia (≥ 400 mL/min).
- Ver conexiones con el sistema venoso profundo.
- No presentar estenosis o trombosis.

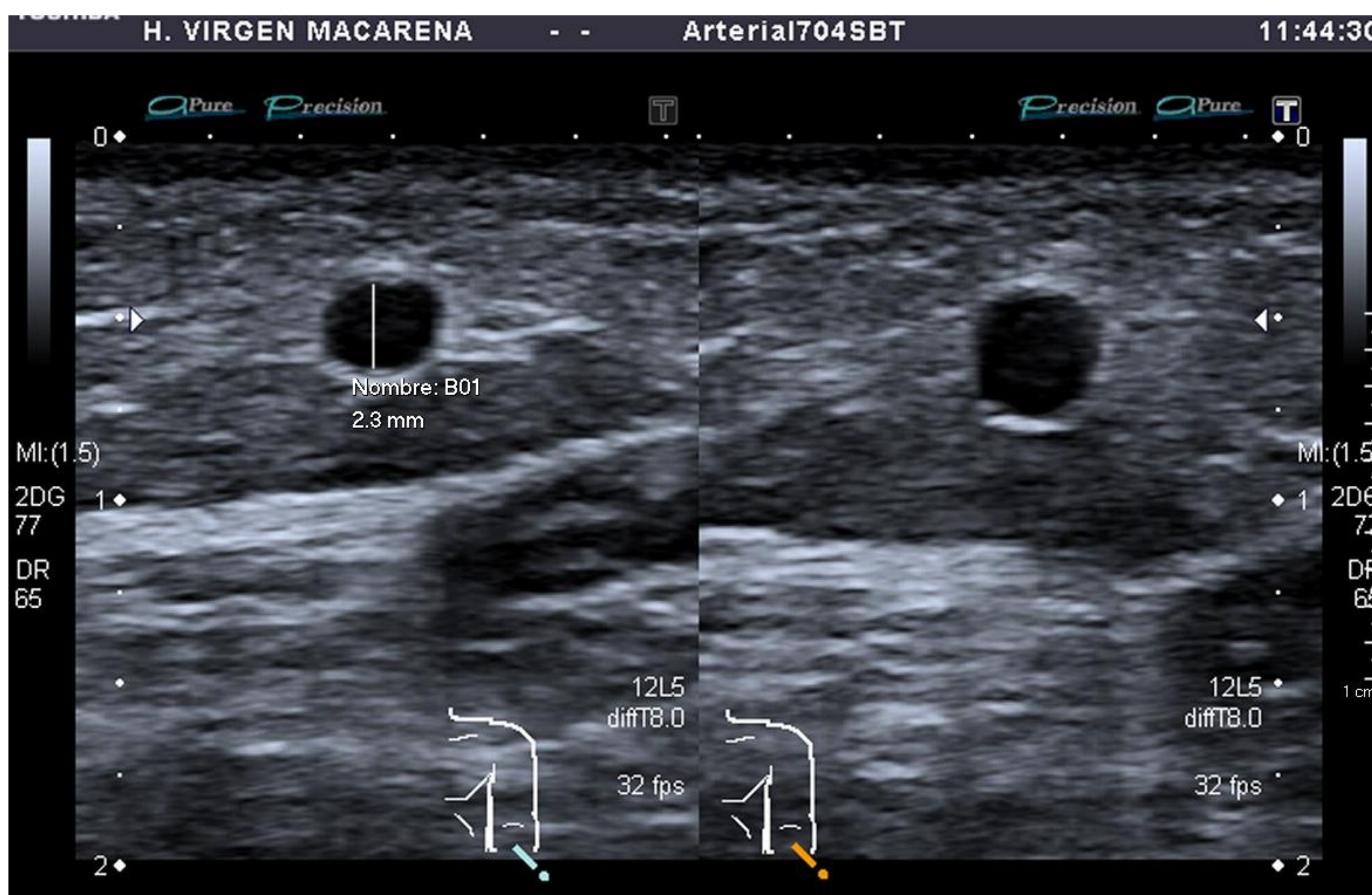


Fig. 13. Imagen ecografía en modo B. Diámetro de vena cefálica (2.3 mm).

REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN PREOPERATORIA DE ACCESOS VASCULARES

VALORACIÓN DEL SISTEMA VENOSO

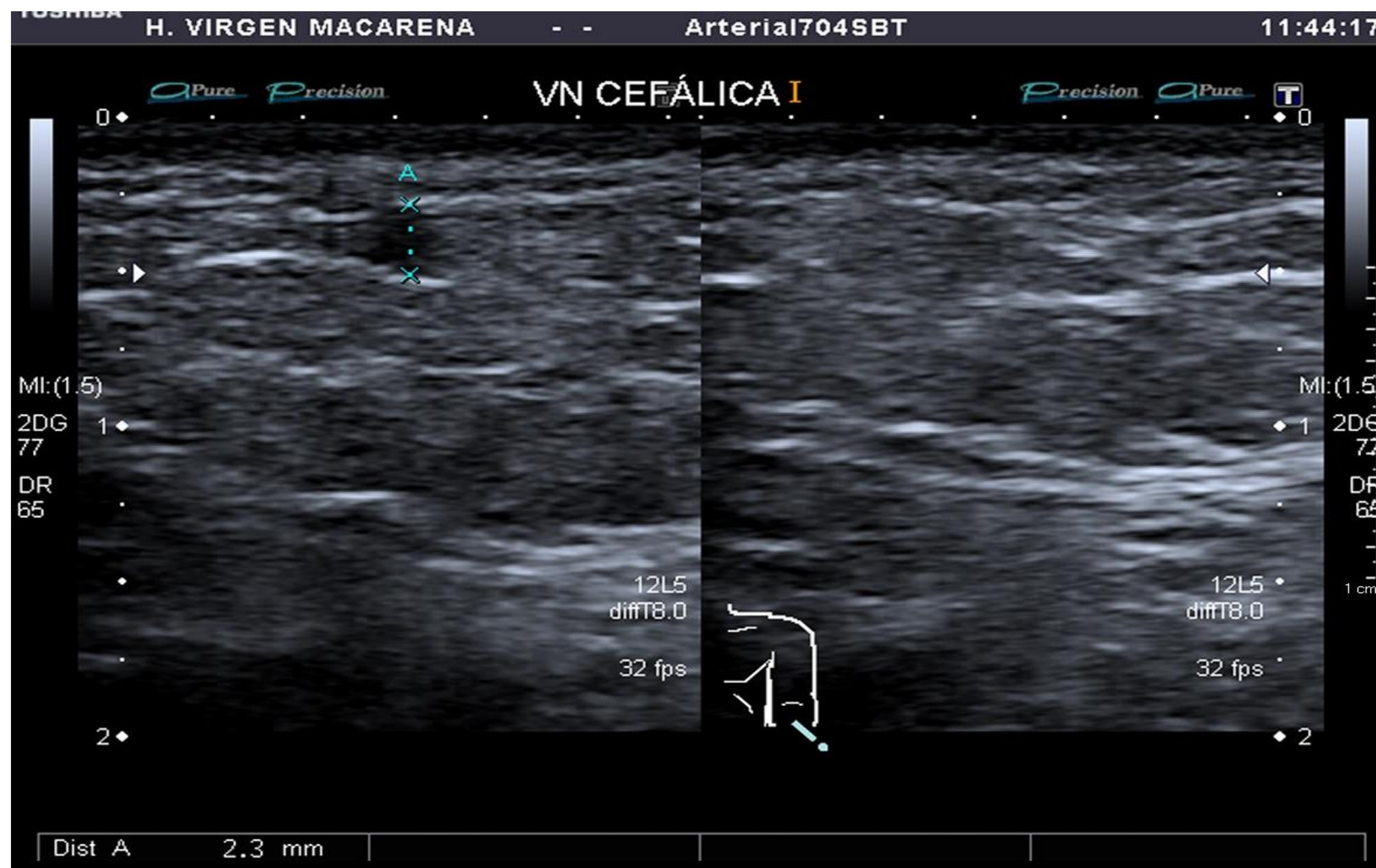


Fig. 14. Imagen ecografía en modo B. Vena cefálica colapsable a la compresión.

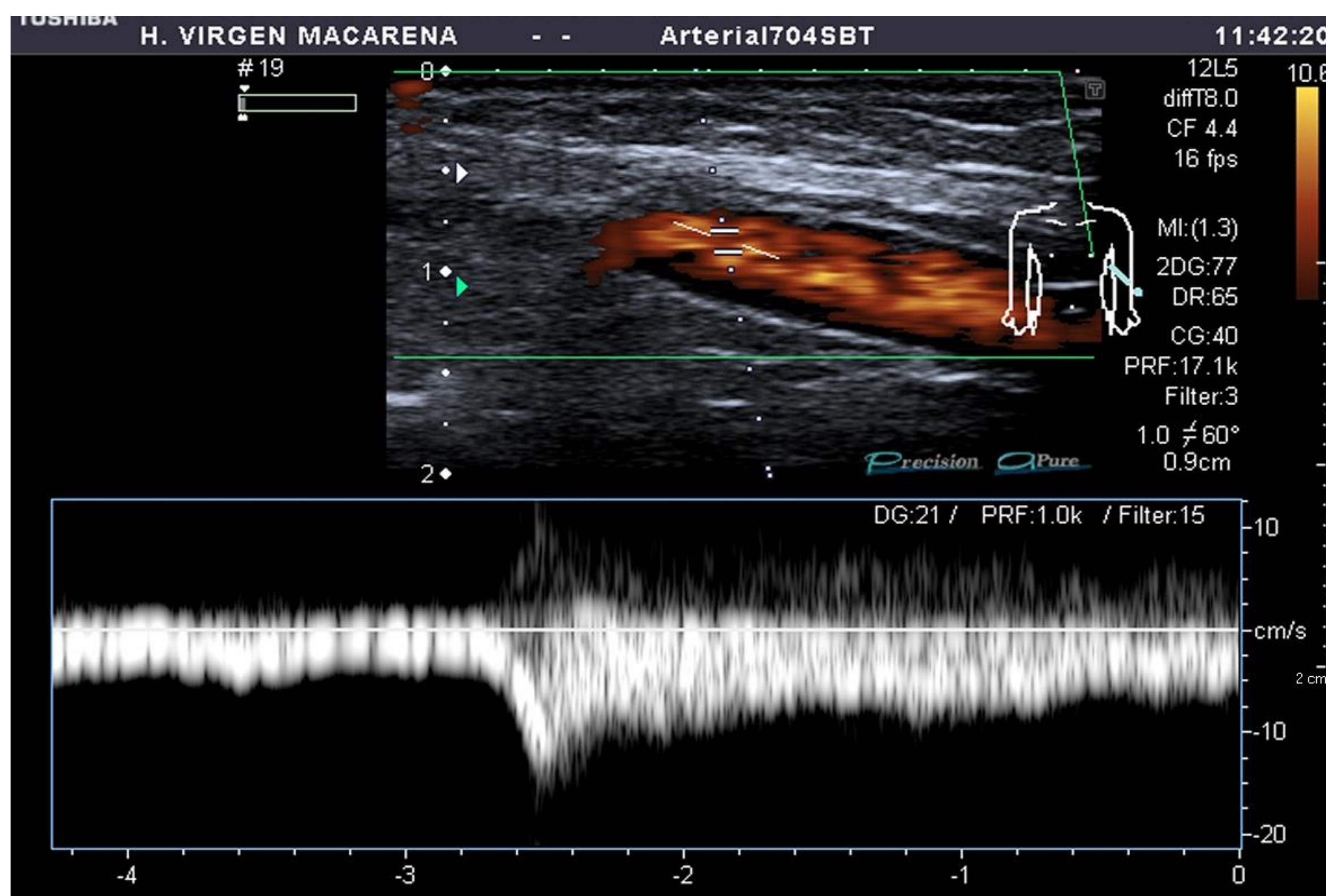


Fig. 15. Imagen ecografía en modo Power Doppler y espectral. Se visualiza patrón de flujo fásico con la respiración y aumento del retorno venoso con la compresión distal.

REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN PREOPERATORIA DE ACCESOS VASCULARES

VALORACIÓN DEL SISTEMA VENOSO

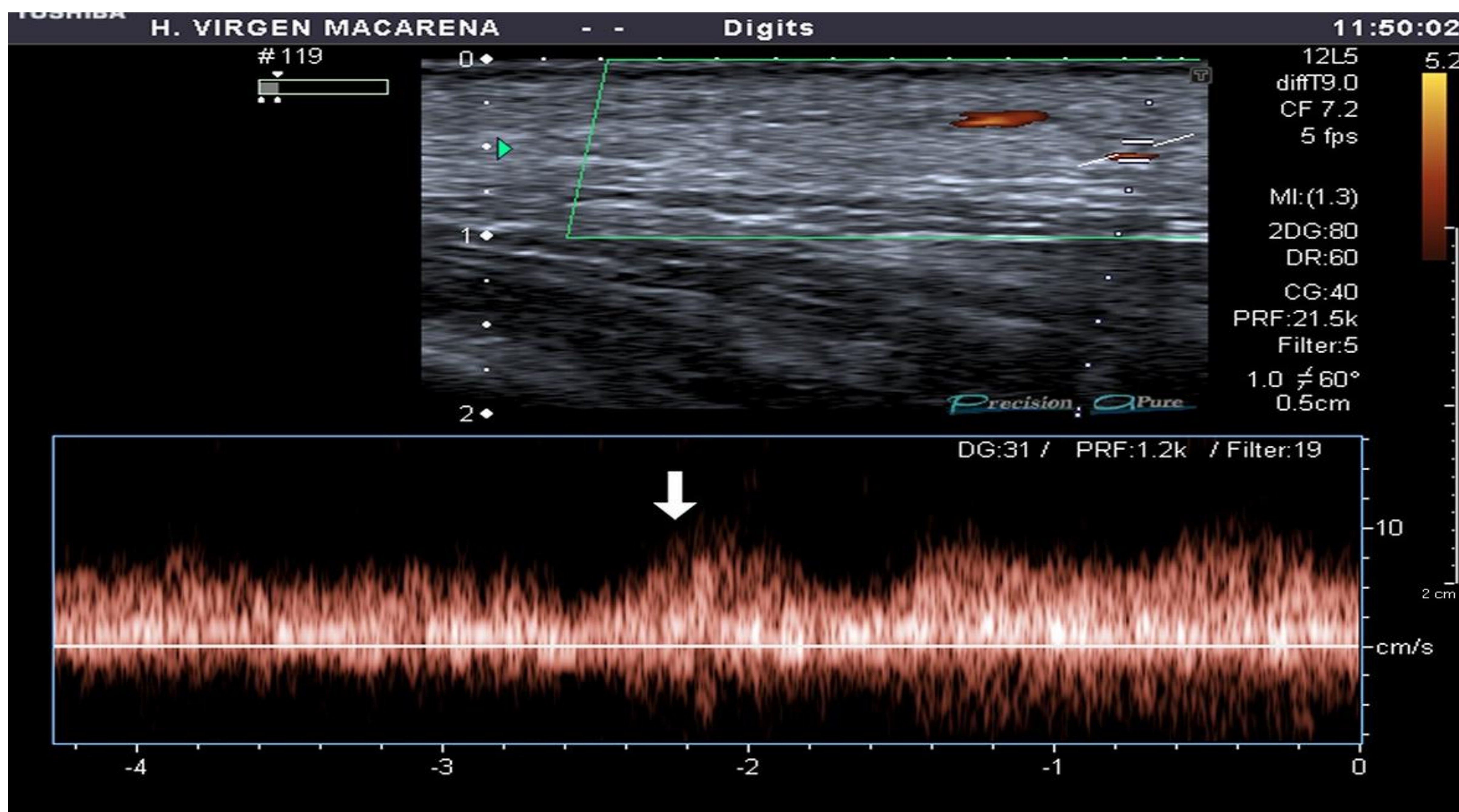


Fig. 16. Imagen ecografía en modo Power Doppler y espectral. Se visualiza patrón de flujo fásico con aumento del retorno venoso con la compresión distal.

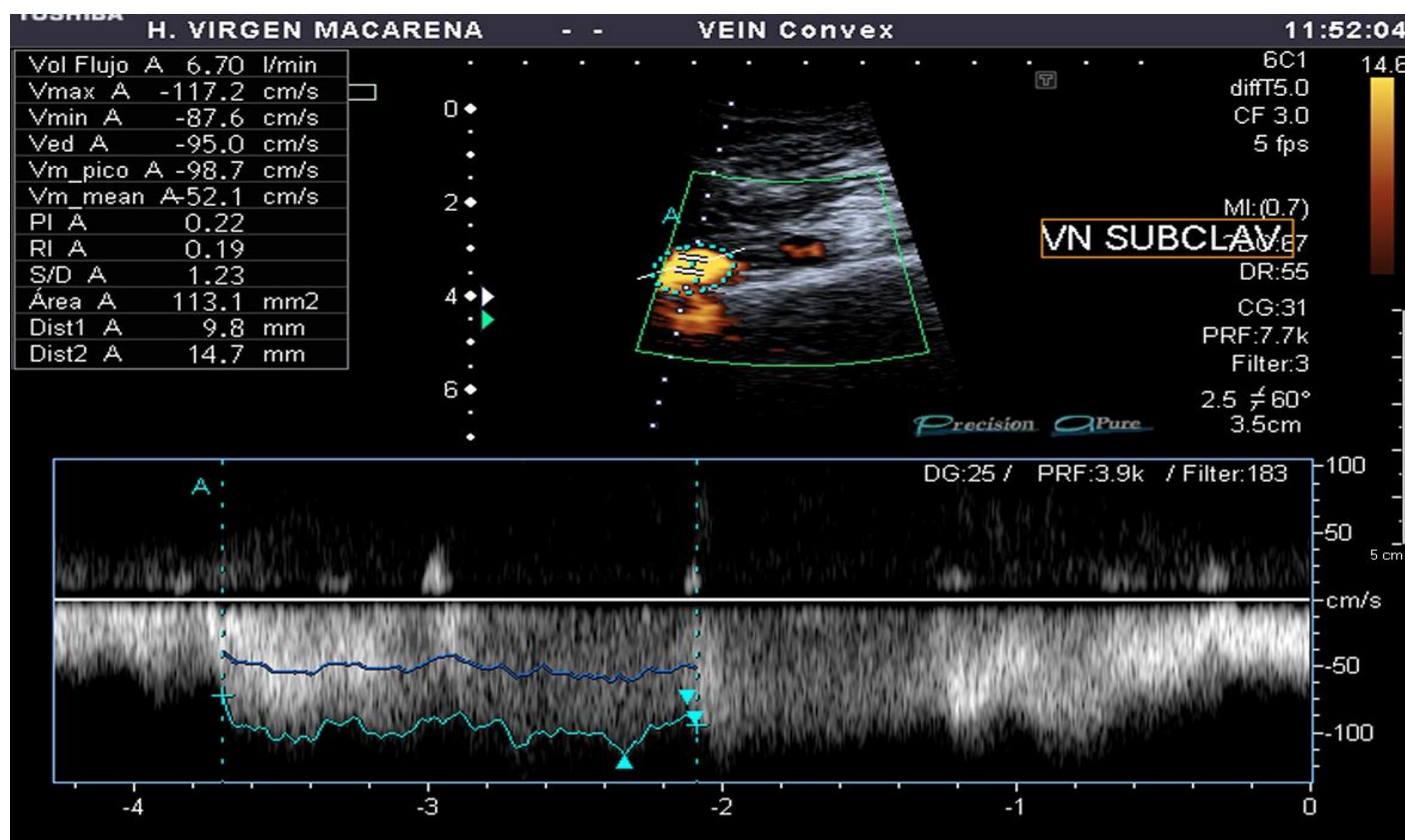


Fig. 17. Imagen ecografía en modo Power Doppler y espectral. Se visualiza flujo venoso en la vena subclavia (670 mL/min).

REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN PREOPERATORIA DE ACCESOS VASCULARES

VALORACIÓN DEL SISTEMA ARTERIAL

Existen unos criterios de calidad de las características del sistema arterial para lograr un acceso vascular adecuado. Estos criterios son los siguientes:

- Paredes no calcificadas ni engrosadas.
- Ondas trifásicas.
- Valoración del flujo y velocidades picosistólicas (En arteria radial ≥ 40 mL/min y ≥ 50 cm/s).
- Diámetro (En arteria radial ≥ 2 mm).
- Respuesta a hiperemia reactiva.
- No presentar estenosis o trombosis.

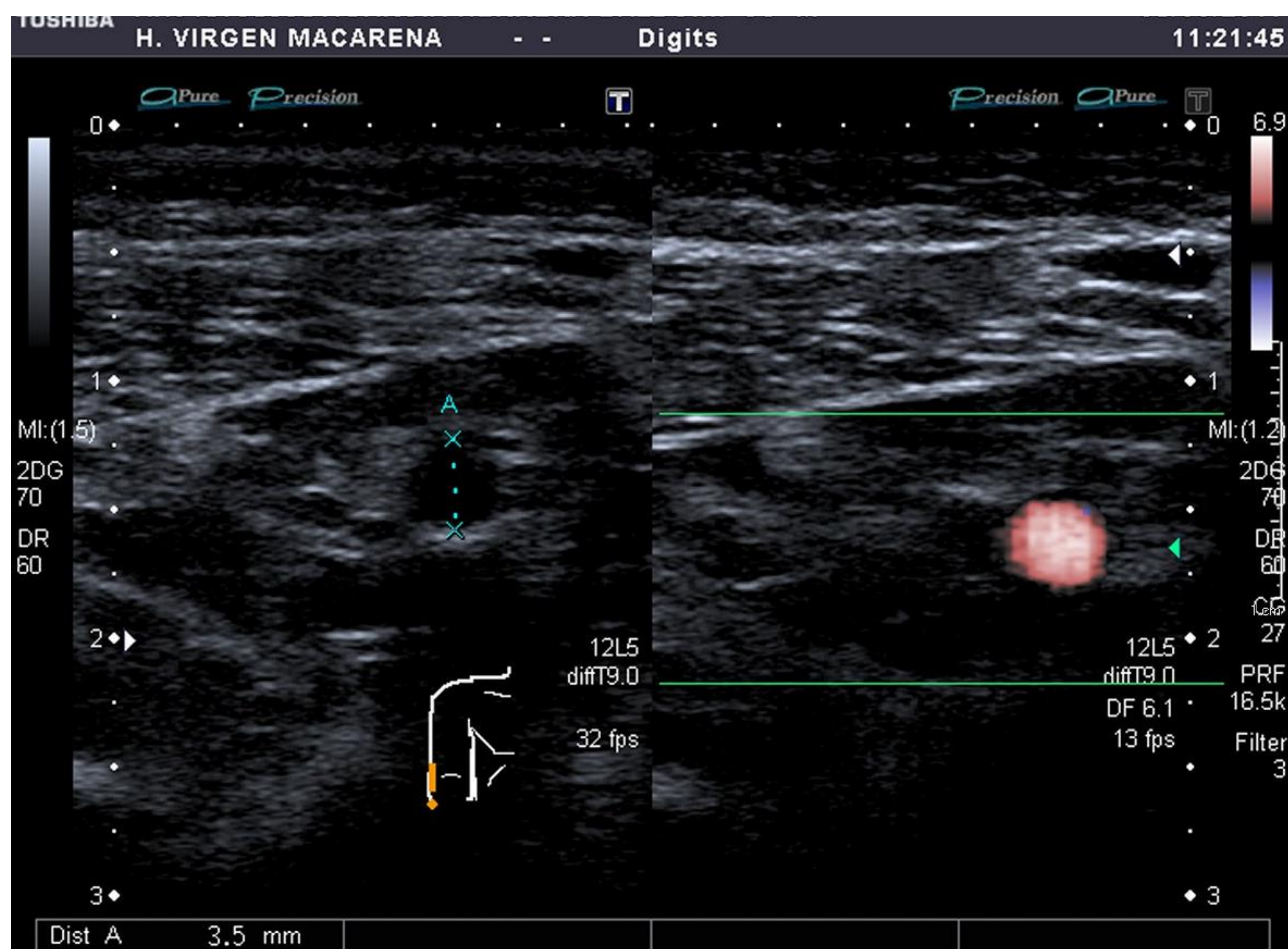


Fig. 18. Imagen ecografía en modo B. Diámetro de arteria radial cefálica (3,5 mm).

REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN PREOPERATORIA DE ACCESOS VASCULARES

VALORACIÓN DEL SISTEMA ARTERIAL

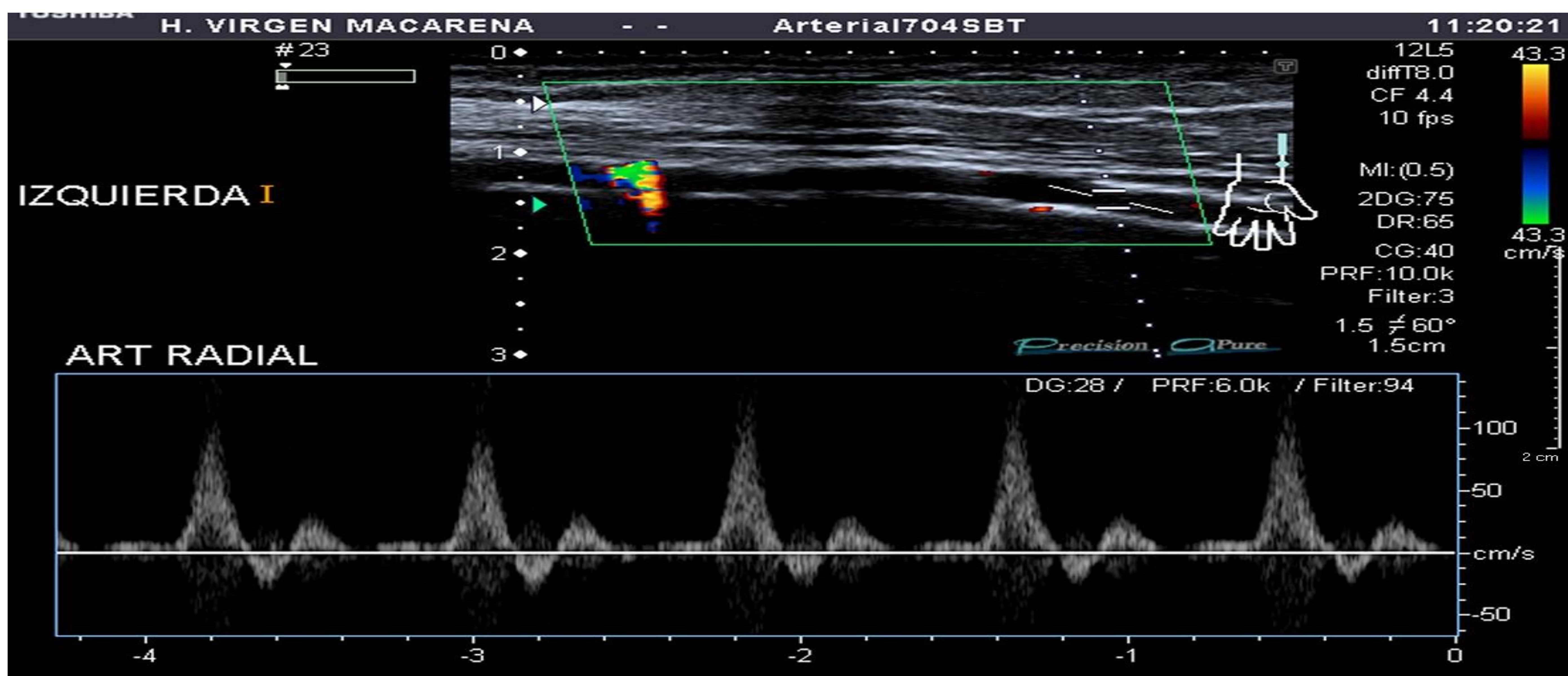


Fig. 19. Imagen ecografía en modo doppler color y espectral. Se visualiza patrón de flujo trifásico con velocidades picosistólica mayores a 50 cm/s.

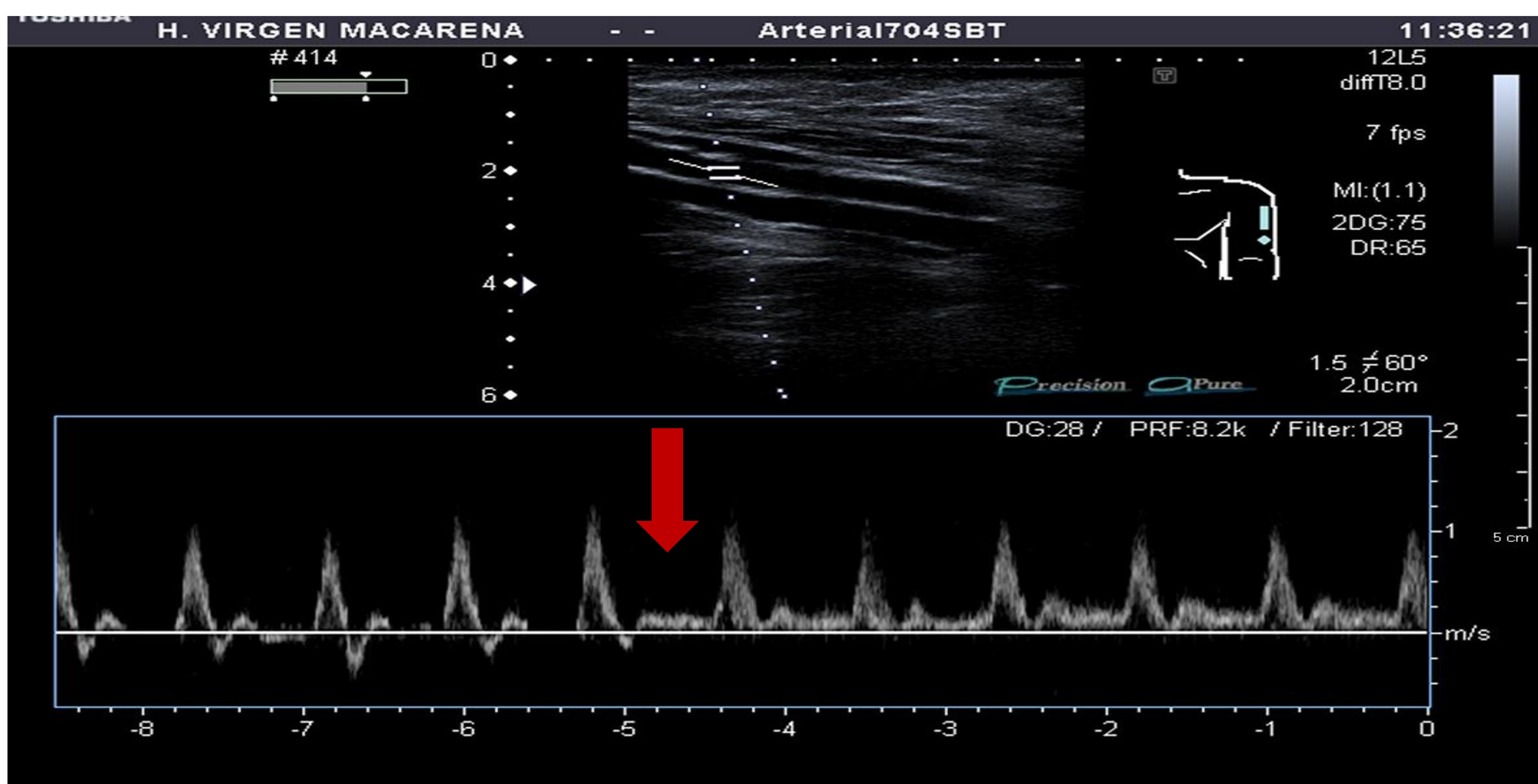


Fig. 20. Imagen ecografía en modo Power Doppler y espectral. Se visualiza patrón de flujo trifásico con respuesta a hiperemia reactiva (flecha).

REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN DE FAV NORMAL

ELEMENTOS A EXPLORAR

Los elementos a explorar en una fístula arteriovenosa serán:

- Arteria donante a 2 centímetros proximal a la anastomosis.
- Arteria donante distal a la anastomosis.
- Anastomosis
- Región yuxtaanastomótica
- Vena de drenaje y venas centrales.

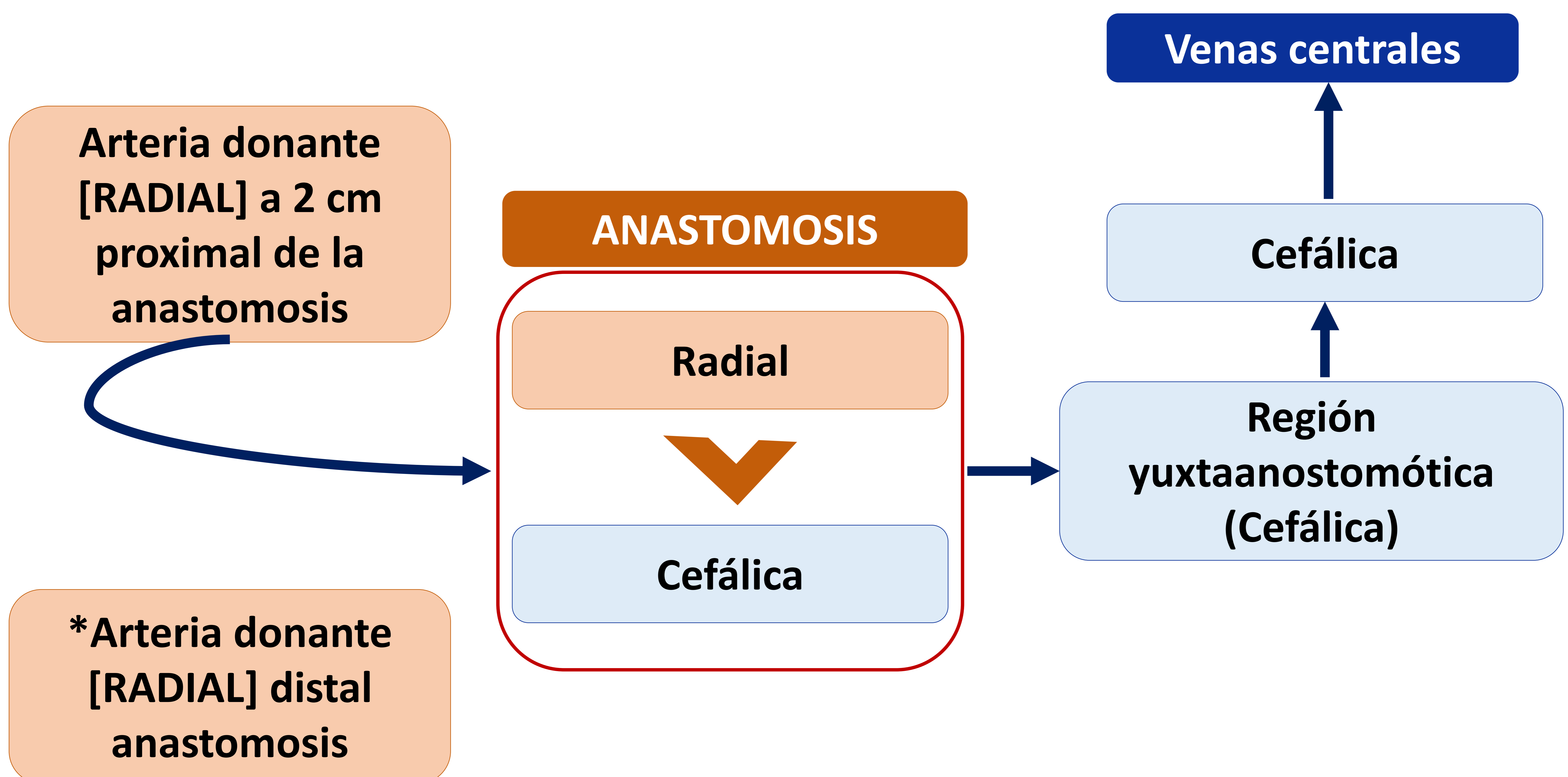


Fig. 21. Esquema de elementos a explorar en un ejemplo de fístula arteriovenosa radiocefálica.

REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN DE FAV NORMAL

CARACTERÍSTICAS DOPPLER

Las características en ecografía doppler de la arteria donante a 2 cm proximal a la anastomosis serán:

- Arteria monofásica.
- Baja resistencia (IR < 0,5).
- Flujo > 600 mL/min.

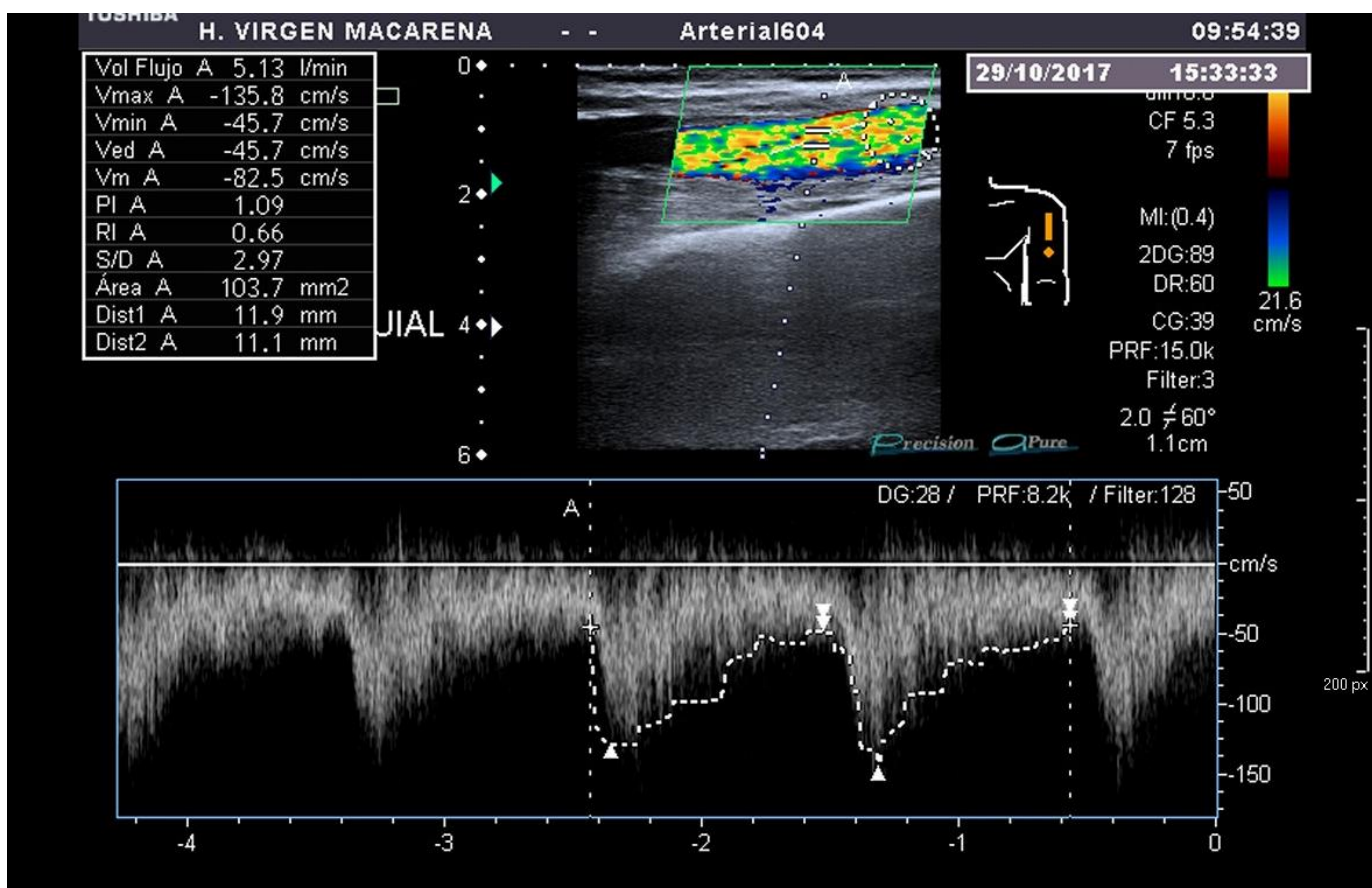


Fig. 22. Imagen ecografía en modo Doppler color y espectral de arteria donante a 2 cm proximal a la anastomosis. Se visualiza patrón de flujo monofásico, de baja resistencia y flujo de 513 mL/min.

REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN DE FAV NORMAL

CARACTERÍSTICAS DOPPLER

Las características en ecografía doppler de la arteria donante distal a la anastomosis serán:

- Arteria trifásica.
- Alta resistencia (IR > 0,5).
- Velocidades normales.

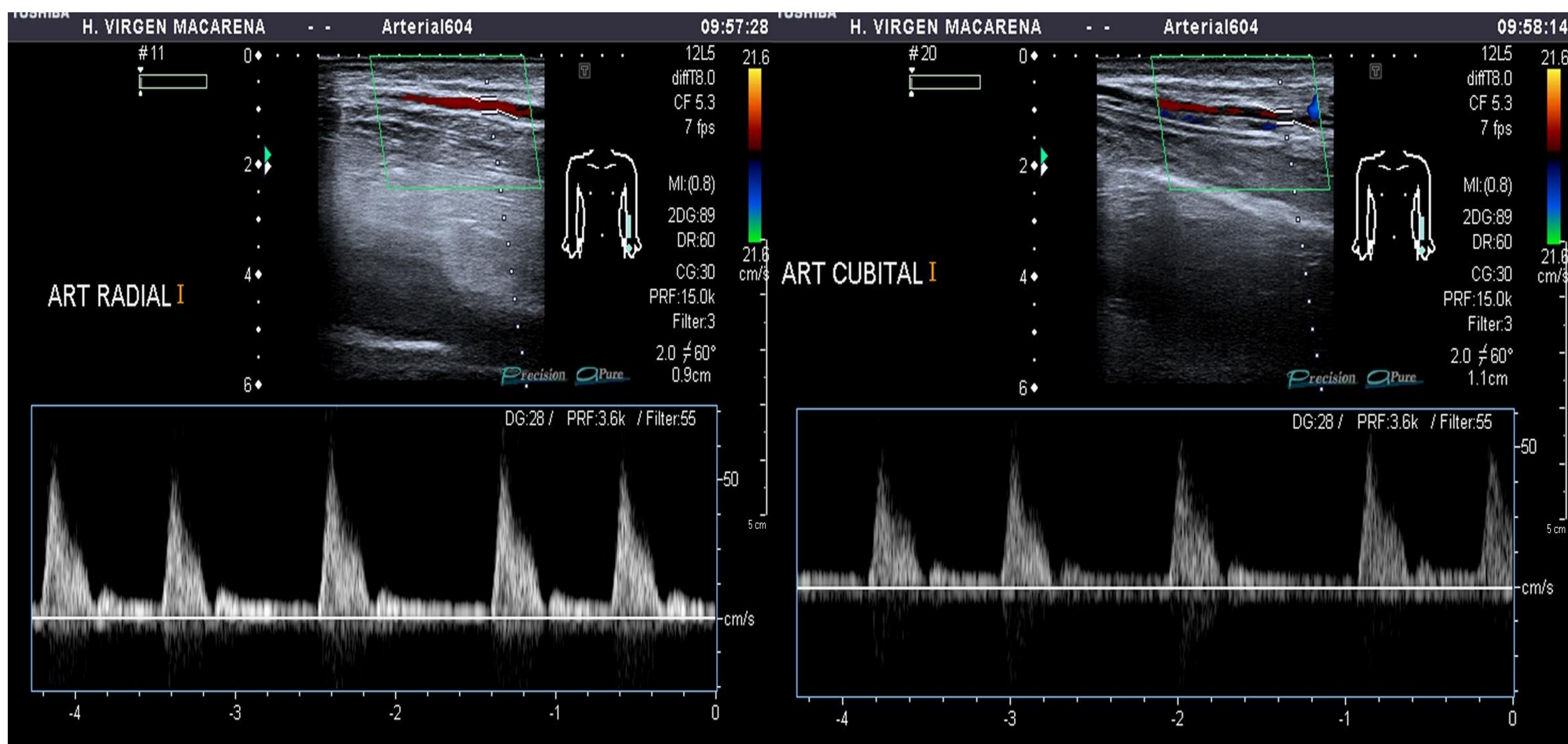


Fig. 23. Imagen ecografía en modo Doppler color y espectral de arterias distales a la anastomosis (radial y cubital). Se visualiza patrón de flujo trifásico, de alta resistencia y velocidades normales.

REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN DE FAV NORMAL

CARACTERÍSTICAS DOPPLER

Las características en ecografía doppler de la anastomosis serán:

- Arteria monofásica.
- Baja resistencia (IR < 0,5).
- Velocidades picosistólicas (100-400 cm/s).
- Velocidades picodiastólicas (60-200 cm/s).

Y los criterios de maduración de una fístula arteriovenosa son los siguientes:

- + Calibre > 6 mm.
- + Profundidad < 6 mm.
- + Flujo > 600 mL/min.

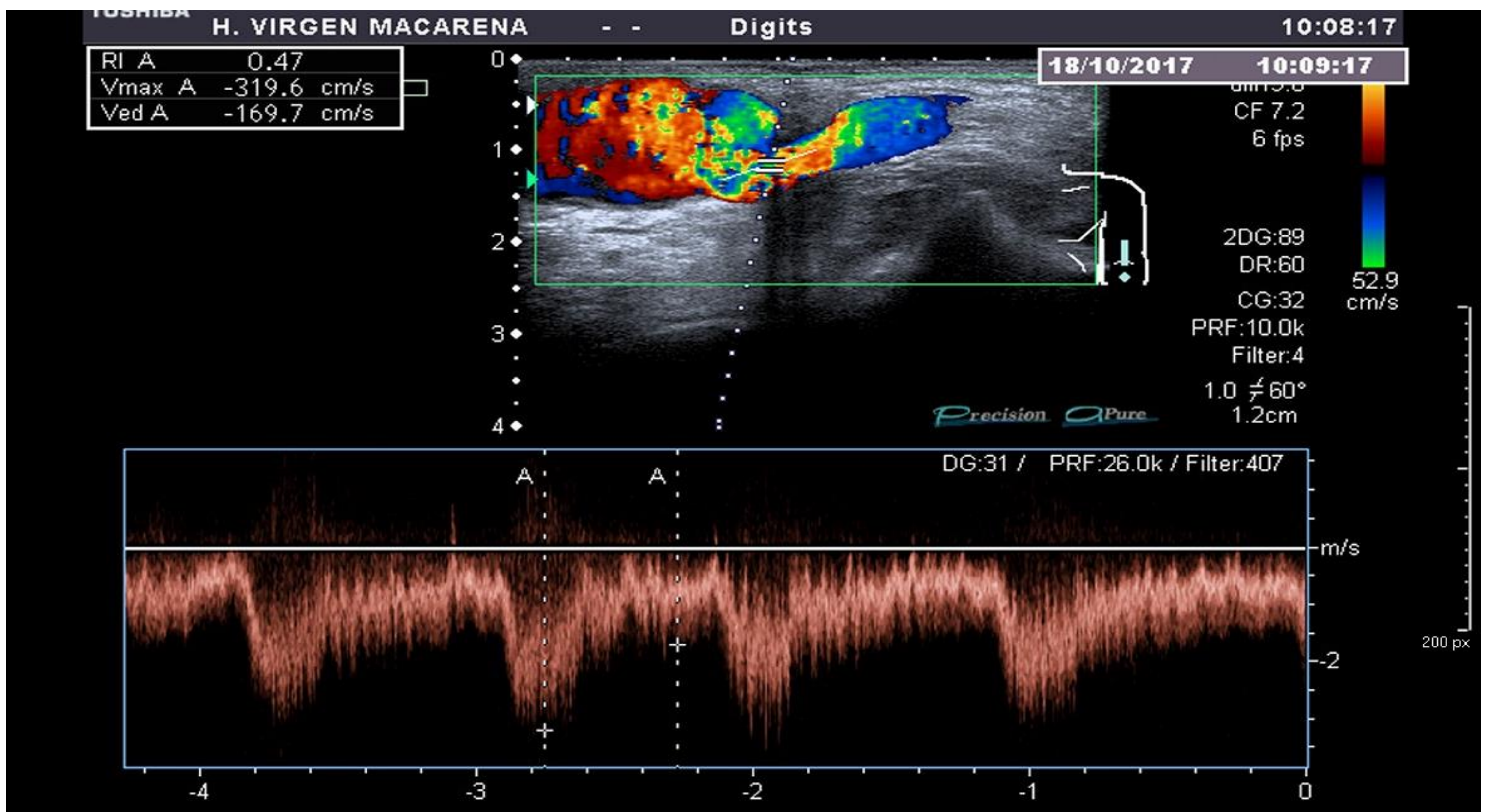


Fig. 24. Imagen ecografía en modo Doppler color y espectral de la anastomosis. Se visualiza patrón de flujo monofásico y de baja resistencia. Las velocidades picosistólicas (319,6 cm/s) y picodiastólicas (169,7 cm/s) son normales.

REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN DE FAV NORMAL

CARACTERÍSTICAS DOPPLER

Las características en ecografía doppler de la región yuxtaanastomótica serán:

- Ondas monofásicas con pulsación arterial.
- Velocidades pico (30-100 cm/s).

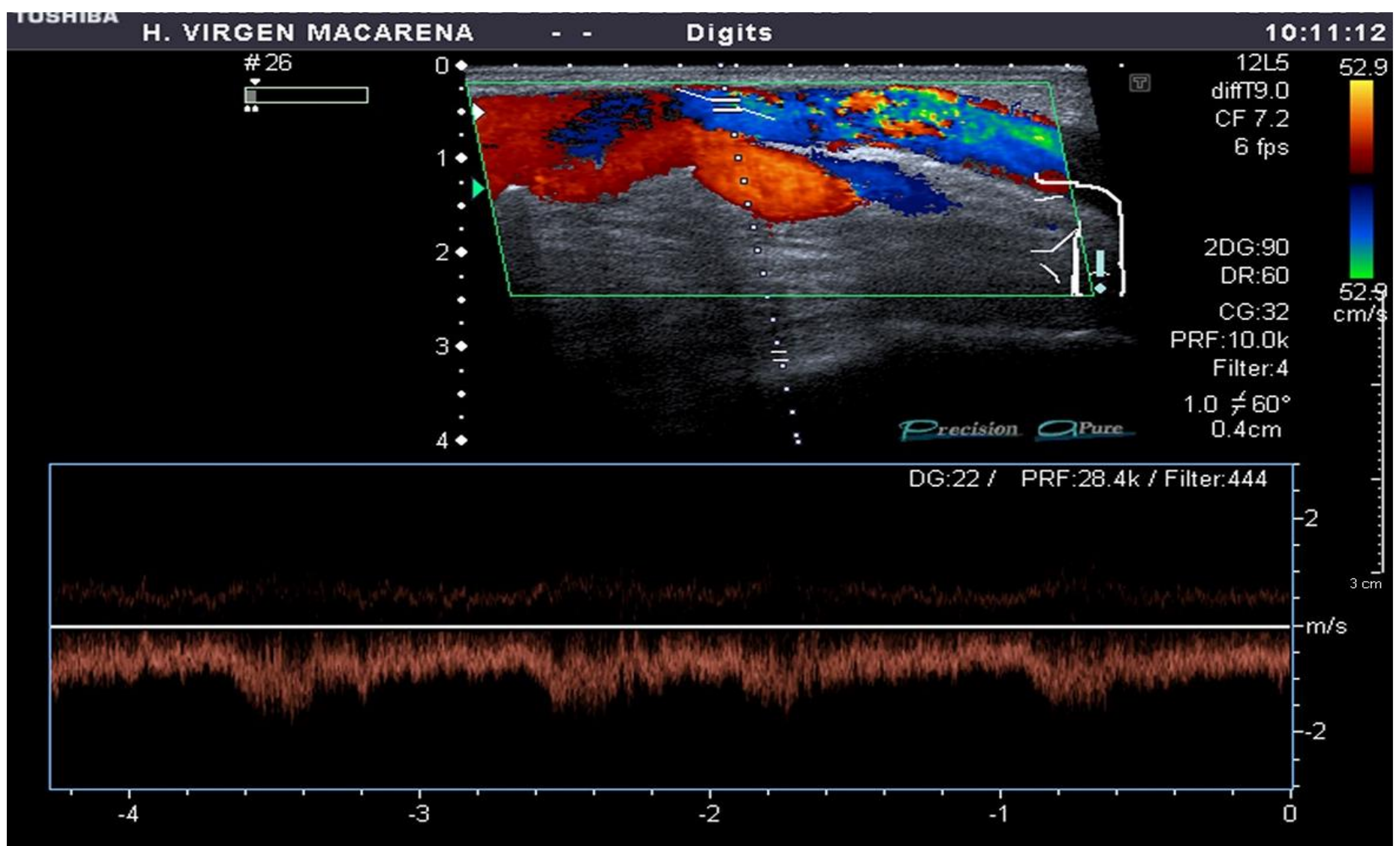


Fig. 25. Imagen ecografía en modo Doppler color y espectral de la región yuxtaanastomótica. Se visualiza patrón de flujo monofásico con pulsación arterial y velocidades pico próximas a 100 cm/s.

REVISIÓN DEL TEMA: EVALUACIÓN DE FAV NORMAL

CARACTERÍSTICAS DOPPLER

Las características en ecografía doppler de las venas centrales serán:

- Ondas normales (fásicas con la respiración).
- No imagen de estenosis.
- No imagen de trombosis.

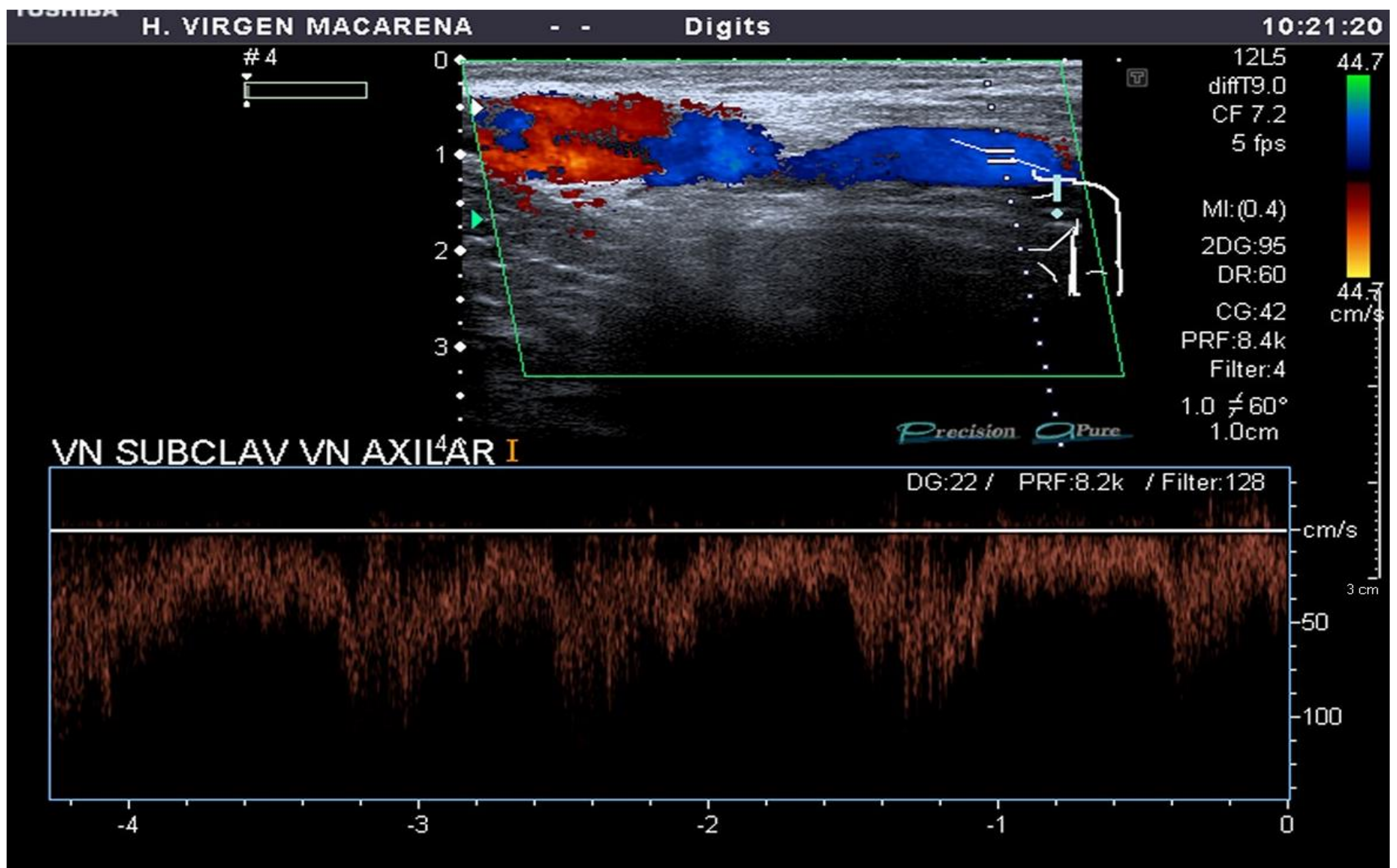


Fig. 25. Imagen ecografía en modo Doppler color y espectral de las venas centrales (vena subclavia y axilar). Se visualiza patrón de flujo fásico con la respiración, sin imágenes de trombosis ni estenosis.

REVISIÓN DEL TEMA: COMPLICACIONES DE LAS FAV

ESTENOSIS DE LA FAV

Las características ecográficas en caso de estenosis de fístula arteriovenosa son las siguientes:

- Reducción del calibre de la anastomosis.
- Presencia de colaterales.
- Aliasing.
- Aumento de resistencia en arteria aferente.
- Aumento de velocidad picosistólica en la anastomosis (≥ 400 cm/s).
- Aumento de la velocidad yuxtavenoso (≥ 300 cm/s).
- Ratio velocidad picosistólico ≥ 3 (Estenosis/Preestenosis).

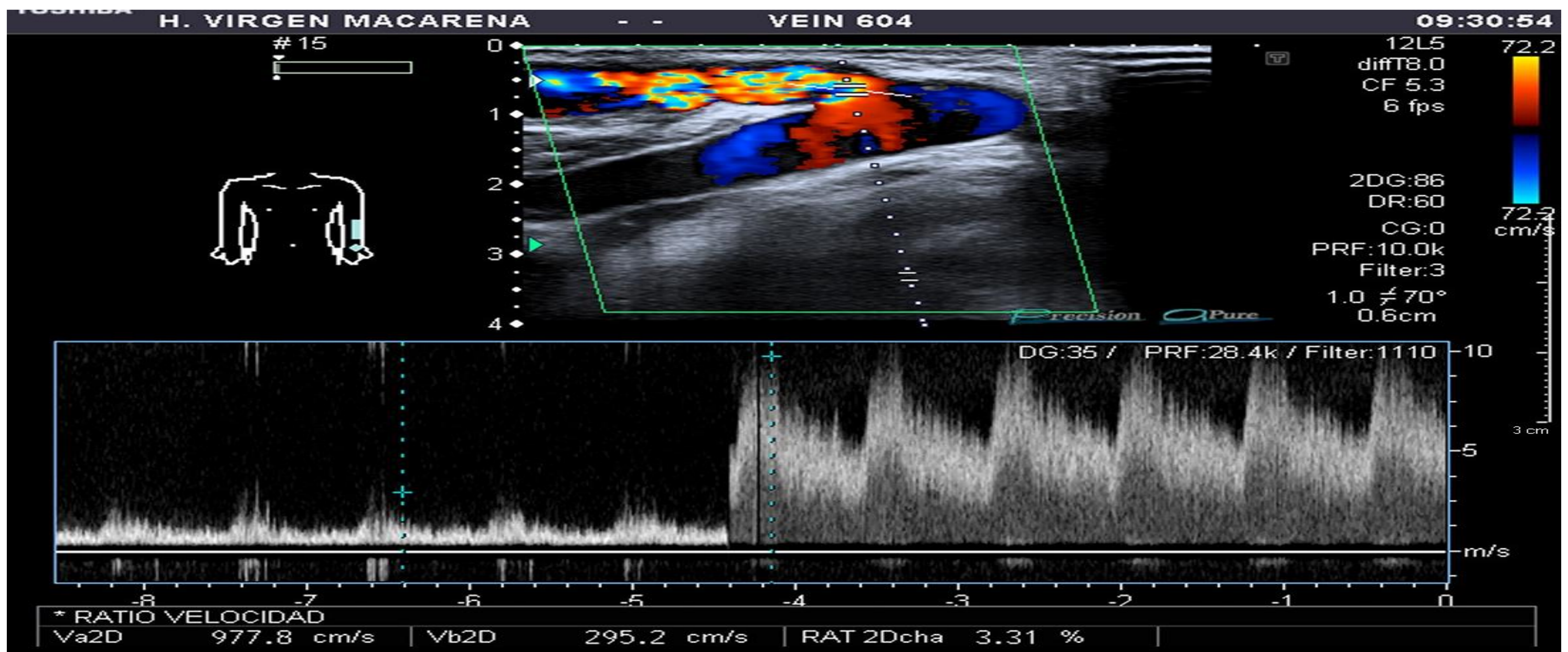


Fig. 25. Imagen ecografía en modo Doppler color y espectral de la anastomosis con estenosis. Se visualiza aliasing y reducción del calibre en la zona de la anastomosis. Se asocia a marcado aumento de las velocidades picosistólicas (> 1000 cm/s) y una ratio de 3.31, hallazgos compatibles con estenosis de la fístula arteriovenosa.

REVISIÓN DEL TEMA: COMPLICACIONES DE LAS FAV

ESTENOSIS DE LA FAV

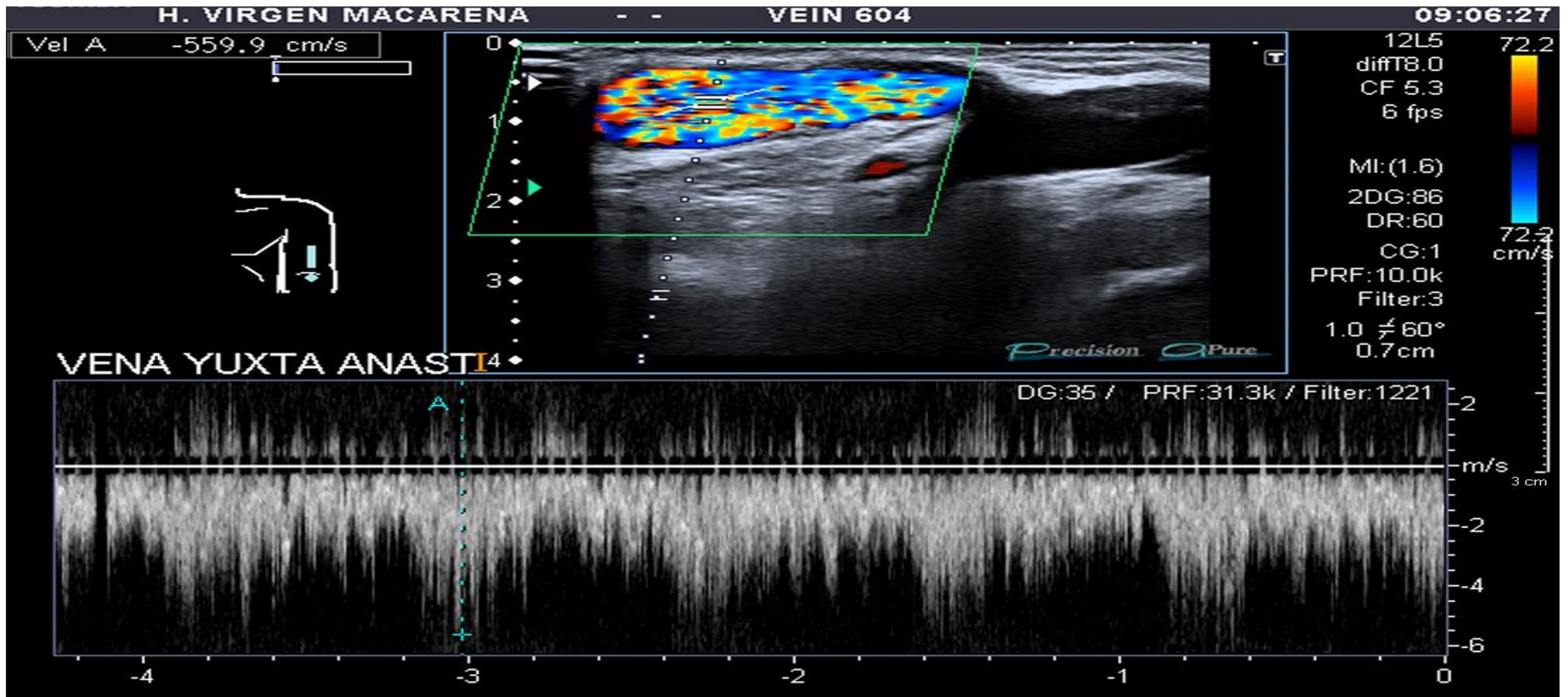


Fig. 26. Imagen ecografía en modo Doppler color y espectral de la vena yuxtaanastomótica. Se visualiza un aumento de las velocidades yuxtavenosas con velocidades pico en 559,9 cm/s, hallazgos sugestivos de estenosis de la fístula arteriovenosa.

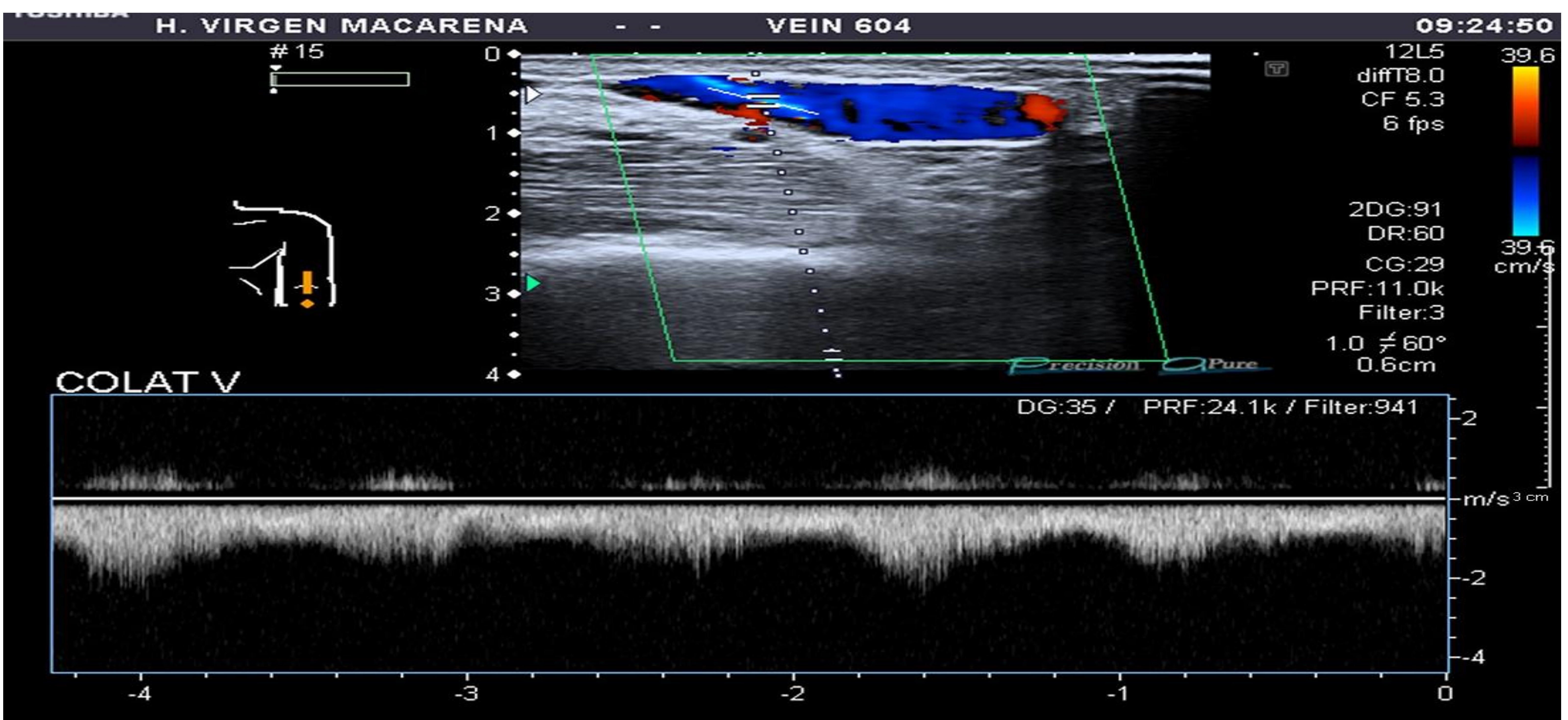


Fig. 27. Imagen ecografía en modo Doppler color y espectral de venas colaterales dilatadas en paciente con estenosis de la fístula arteriovenosa.

REVISIÓN DEL TEMA: COMPLICACIONES DE LAS FAV

ANEURISMA

Las características ecográficas en caso de aneurisma de fístula arteriovenosa son las siguientes:

- Dilatación aneurismática de la anastomosis.
- Flujo enlentecido.
- Puede afectar a la arteria aferente o vena eferente.
- Precaución por posibilidad de trombosis.
- Precaución por disminución de la funcionalidad de la anastomosis.

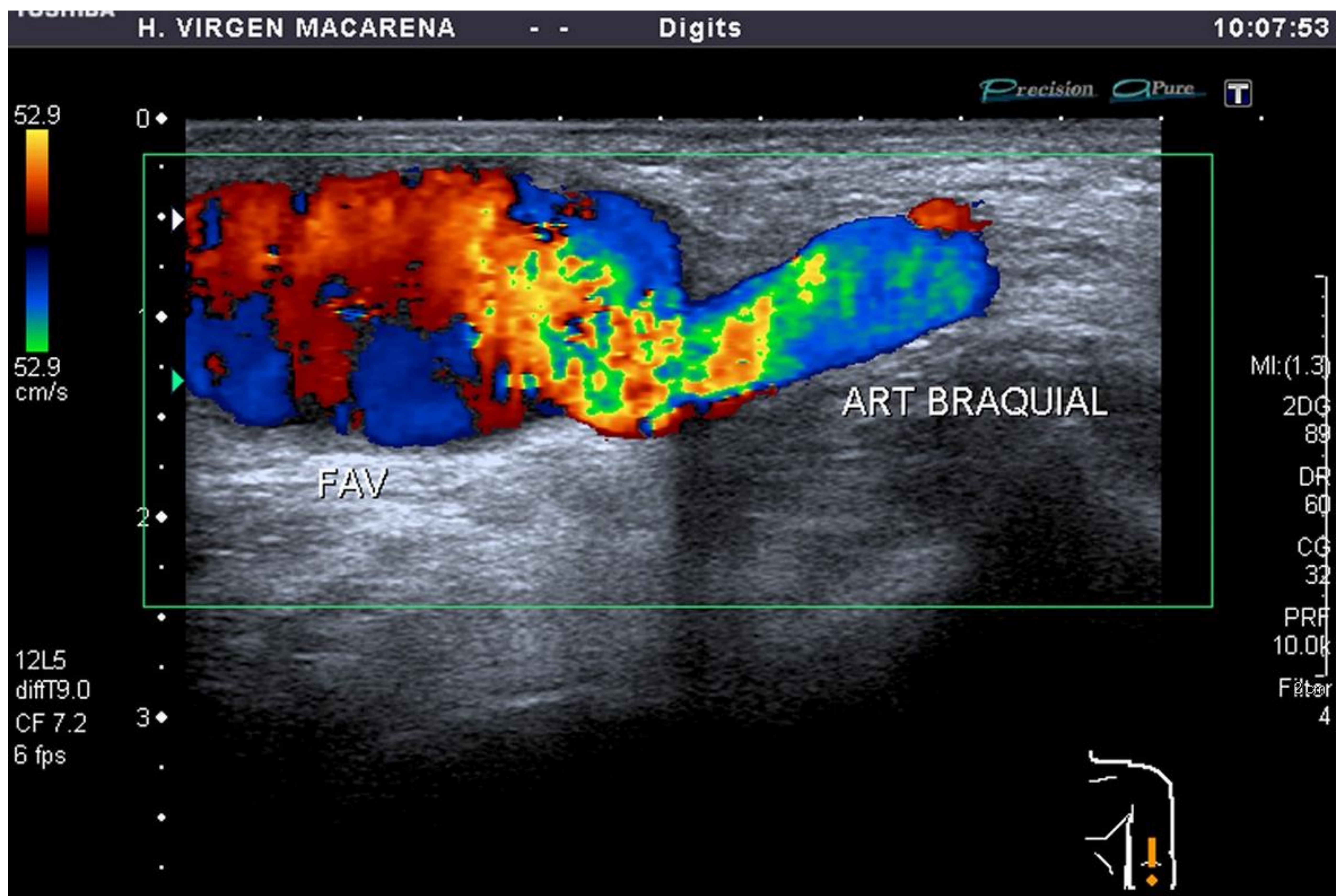


Fig. 28. Imagen ecografía en modo Doppler color de anastomosis braquiocefálica. Se visualiza dilatación aneurismática de la fístula arteriovenosa.

REVISIÓN DEL TEMA: COMPLICACIONES DE LAS FAV

SÍNDROME DE ROBO

Las características ecográficas en caso de síndrome de robo de fístula arteriovenosa son las siguientes:

- Flujo invertido (parcial o total).
- Anterógrado en sístole y retrógrado en diástole.
- Velocidad picosistólica disminuida.

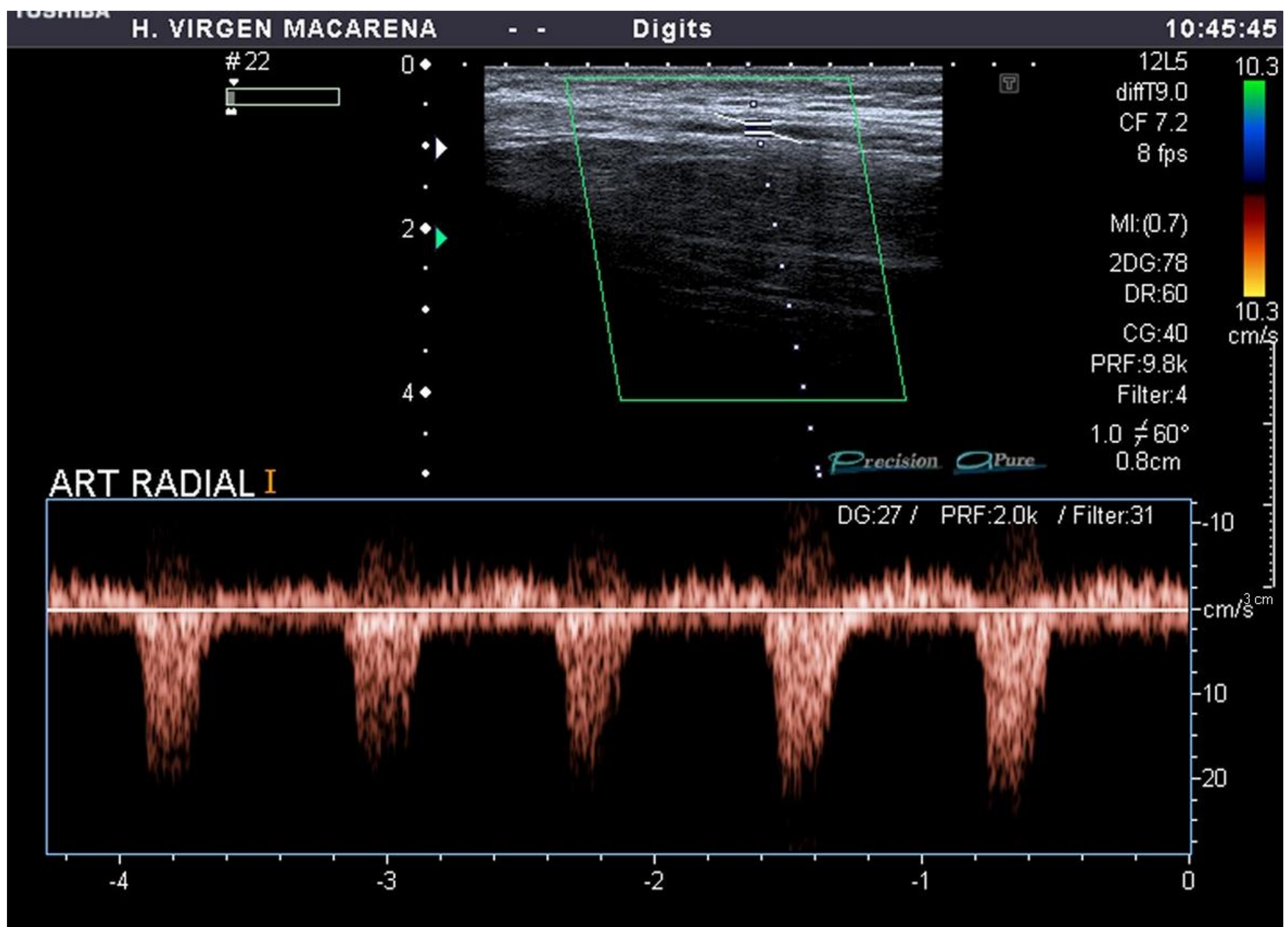


Fig. 29. Imagen ecografía en modo Doppler color y espectral de arteria radial en paciente con fístula braquiocefálica. Se visualiza inversión de patrón de curva diastólica, siendo sugestivo de síndrome de robo.

REVISIÓN DEL TEMA: COMPLICACIONES DE LAS FAV

TROMBOSIS

Las características ecográficas en caso de trombosis de fístula arteriovenosa son las siguientes:

- Material ecogénico en la fístula arteriovenosa.
- Ausencia de flujo (espectral y color) o débil.
- Arteria aferente con onda trifásica.

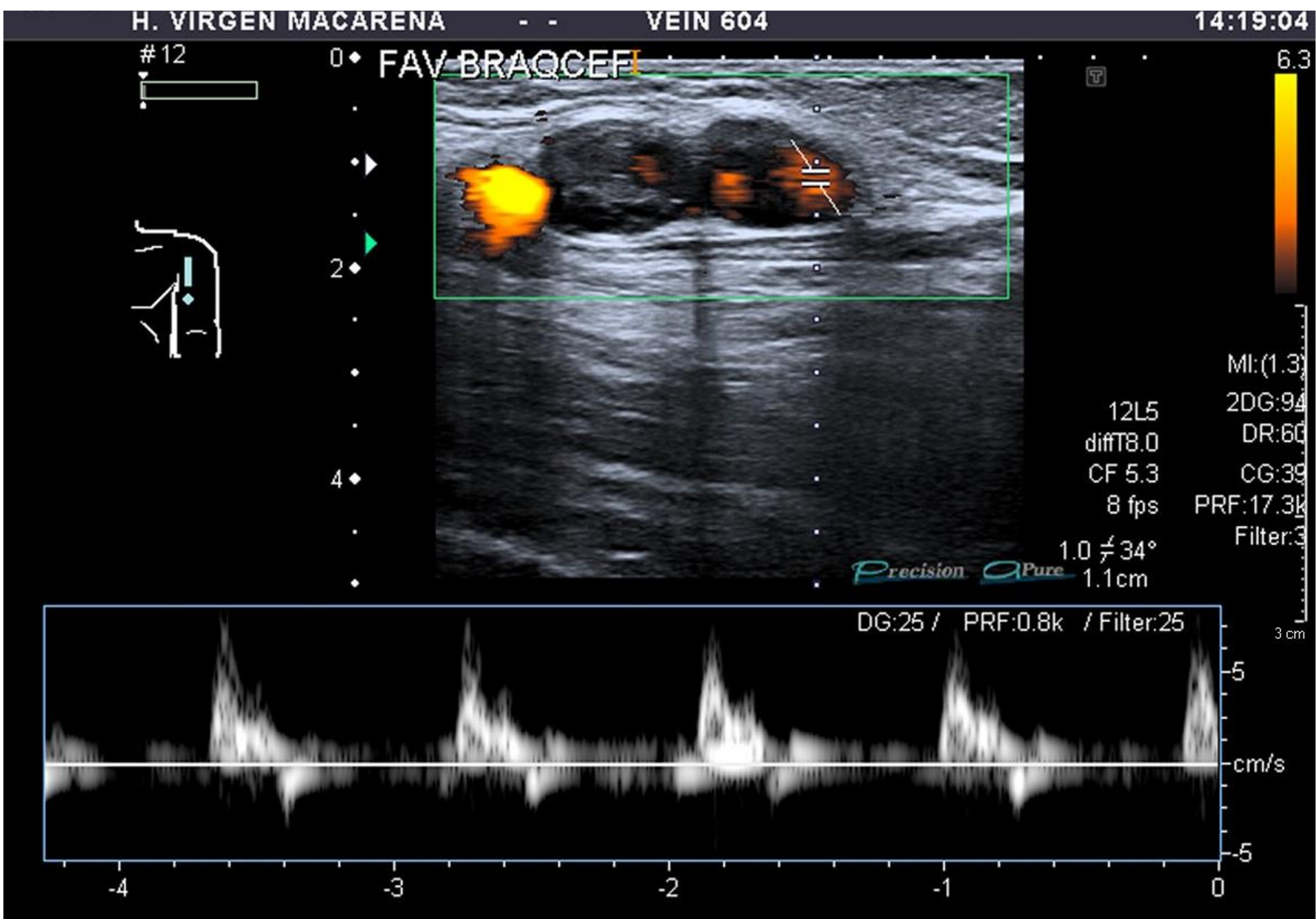


Fig. 30. Imagen ecografía en modo Power Doppler y espectral de anastomosis braquiocefálica. Se visualiza fístula arteriovenosa aneurismática con contenido ecogénico y mínimo flujo en el interior, hallazgos compatibles con trombosis de la fístula arteriovenosa aneurismática.

REVISIÓN DEL TEMA: COMPLICACIONES DE LAS FAV

TROMBOSIS

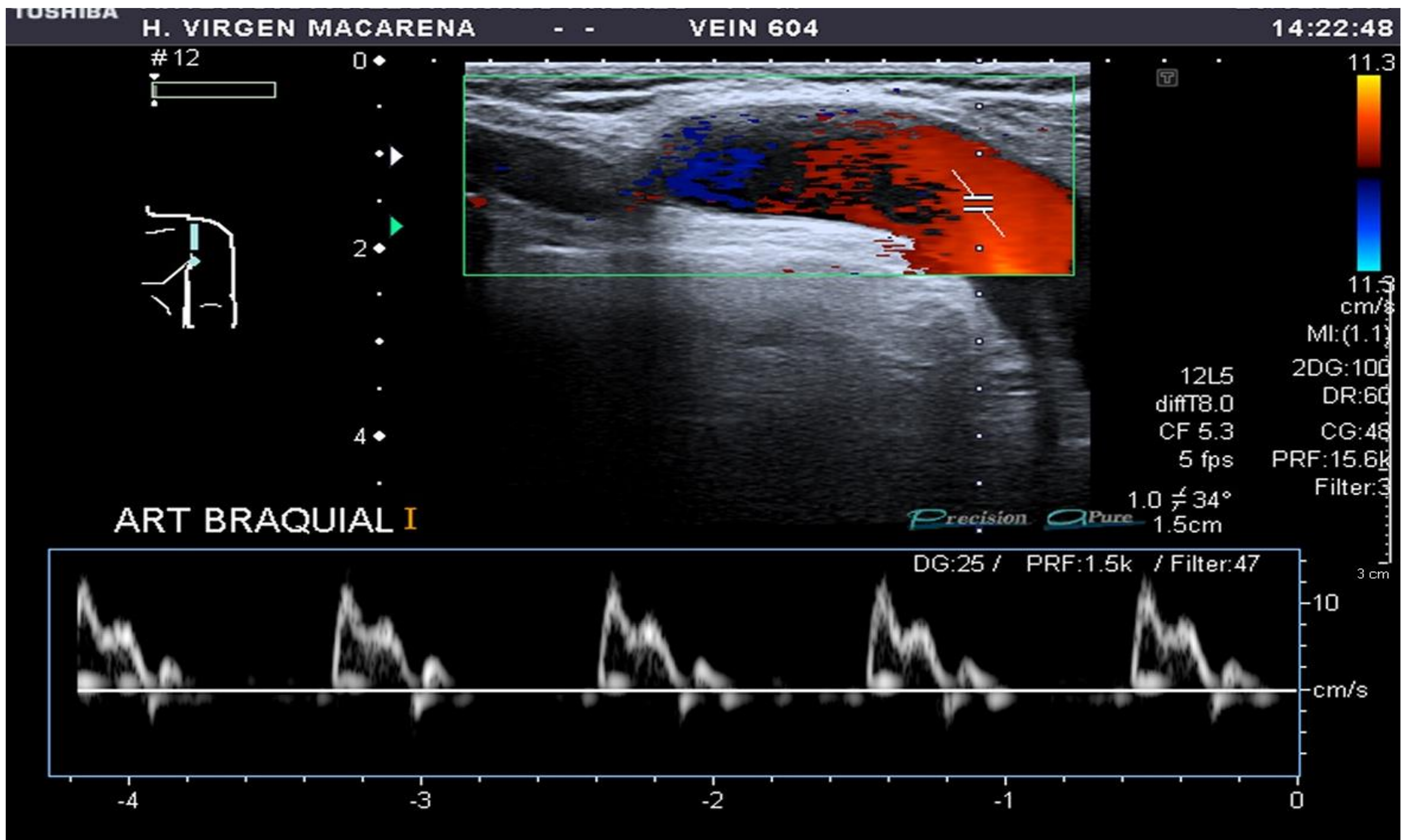


Fig. 31. Imagen ecografía en modo Doppler color y espectral de arteria braquial (proximal a anastomosis braquiocefálica). Se visualiza flujo débil aunque de alta resistencia, sugestivo de fístula arteriovenosa no funcionante (secundario a trombosis).

CONCLUSIONES

- La ecografía Doppler es una herramienta fundamental para la evaluación preoperatoria de un acceso vascular, comprobándose permeabilidad y calibres del sistema venoso y arterial, además de la hiperemia reactiva en el sistema arterial y velocidades picosistólicas.
- Recordar los patrones de curva en arterias eferentes (baja resistencia y monofásicas), anastomosis (monofásica) y venas yuxtaanastomóticas (pulsátil).
- Reconocer los hallazgos principales en las complicaciones más frecuentes de FAV (Estenosis, síndrome de robo arterial, aneurismas, trombosis...).

BIBLIOGRAFÍA

- Krebs C, Giyanni V, Eisenberg R, Cabeza Martínez B, Castedo Valls J, González Guirado A. Doppler color. Madrid: Marbán; 2004.
- Finlay D, Longley D, Foshager M, Letourneau J. Duplex and color Doppler sonography of hemodialysis arteriovenous fistulas and grafts. RadioGraphics. 1993;13(5):983-989.
- Brown P. Preoperative Radiological Assessment for Vascular Access. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 2006;31(1):64-69.
- Planken R, Tordoir J, Duijm L, de Haan M, Leiner T. Current techniques for assessment of upper extremity vasculature prior to hemodialysis vascular access creation. European Radiology. 2007;17(11):3001-3011.
- Pérez Martínez A, Sánchez Guerrero A, García-Hidalgo Alonso MI, Valentín Martín AB, Herrera Herrera I, García-Hidalgo E. Ecografía duplex en la evaluación preoperatoria del acceso vascular en la hemodiálisis. A Coruña. SERAM, 2010.
- Alonso-Rodríguez L. Evaluación, mediante Doppler color, de las fístulas arteriovenosas para hemodiálisis. Anales de Radiología México 2017; 16(4):320-328.
- Sánchez Guerrero A, Fontanilla Echeveste T. DOPPLER FÍSTULA ARTERIOVENOSA DE HEMODIÁLISIS DISFUNCIONANTE. Hospital Universitario 12 de octubre. Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda.
- Rumack C, Wilson S, Charboneau J, Levine D. Diagnóstico por ecografía. Madrid: Marbán; 2014.
- Prado Zárate FF, Espil G, Larrañaga N, de Salazar A, Dos Ramos Alferes JP, Kozima S. Lo que un radiólogo debe conocer de la evaluación ecográfica de las fístulas arterio venosas (FAV) para hemodiálisis. Hospital de Agudos Dr. Cosme Argerich.