

## **Ecografía Doppler en las complicaciones de los accesos vasculares periféricos: más útil de lo que creías**

**Tipo:** Presentación Electrónica Educativa

**Autores:** Elena Martínez Carapeto, Ángel Sánchez Guerrero, Ana Plá Romero, Vanessa S. Terán Pareja, Virginia Navarro Cutillas

### **Objetivos Docentes**

La enfermedad renal crónica (ERC) es una patología cada vez más prevalente en la sociedad actual. La población que la padece, así como la que acaba necesitando de tratamiento renal sustitutivo (TRS) crece constantemente. La prevalencia de la ERC aumenta de forma progresiva con el envejecimiento, unido a otras enfermedades, como la diabetes tipo 2, la hipertensión arterial y la arteriosclerosis.

Según datos del estudio EPIRCE (Epidemiología de la Insuficiencia Renal Crónica en España), la población española que padece ERC en estadios avanzados 4 y 5 (ERCA) está constituida por unas 150.000 personas (0,3 %) más unos 50.000 pacientes que están con TRS, de los cuales el 51% son trasplantados renales, el 44 % están en hemodiálisis, y el 5% restante están en programa de diálisis peritoneal. Cada año, unas 6.000 personas con insuficiencia renal progresan en su enfermedad necesitando TRS.

Hay tres tipos distintos de accesos vasculares que se pueden utilizar para la hemodiálisis: la fístula arteriovenosa (AV) nativa, el injerto protésico, y el catéter venoso central.

Cada una de estas técnicas tiene sus ventajas e inconvenientes. Así, por ejemplo, la fístula AV nativa (o comunicación directa entre la arteria y la vena) es el método de elección entre los tres, debido a que tiene una mayor longevidad y una menor tasa de incidencia de infecciones y trombosis. Por el contrario, necesita de un tiempo mayor de maduración (1-4 meses) para su primer uso (en este tiempo, las nuevas venas “arterializadas” tienen que hipertrofiarse y dilatarse).

El injerto protésico requiere un menor tiempo de maduración que la fístula (2 semanas), pero es menos duradero, y más propenso a infecciones y trombosis.

El catéter no requiere ningún tiempo de maduración (se puede utilizar inmediatamente tras su colocación) pero a largo plazo tiene un alto riesgo de infección y de malfuncionamiento, y puede producir estenosis venosas que impidan la realización de una futura fístula AV.

La fístula AV radio-cefálica es el acceso vascular de elección, debido a sus escasas complicaciones, y a sus altas tasas de permeabilidad. Sin embargo, el incremento de la incidencia de comorbilidades como la diabetes y la arteriopatía periférica en pacientes que necesitan de acceso vascular periférico (AVP), ha producido un mayor uso de los injertos protésicos de PTFE (politetrafluoroetileno), al no disponer de arterias y venas nativas aptas para su creación.

Una vez creado el AVP, un seguimiento periódico del mismo con ecografía Doppler puede mejorar la supervivencia de las fistulas AV nativas gracias al diagnóstico precoz de las complicaciones.

En nuestro hospital, solo estudiamos con Doppler aquellas fistulas remitidas por el servicio de Nefrología con sospecha clínica de disfunción; es decir, aquellas con: edema, hematomas, crecimiento de aneurismas y pseudoaneurismas, disminución de “*thrill*”, soplo de duración corta, «piante», dificultad en la canulación o falta de maduración, aumento del tiempo de sangrado postpunción, imposibilidad de alcanzar flujos de bomba previos, o aumento de la presión venosa con el flujo habitual.

Aunque la angiografía ha sido considerada el estándar de oro para el estudio por imagen de las complicaciones de los AVP, la ecografía Doppler puede ser superior en algunos aspectos, dado que proporciona información tanto morfológica como funcional de los mismos. Otras ventajas son tratarse de una prueba no invasiva, con menores costes, y sin necesidad de contraste yodado. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la angiografía es superior a la ecografía Doppler en la valoración de algunas estenosis, como las de las venas centrales, pudiendo además permitir un tratamiento en el mismo acto médico.

## Revisión del tema

### PROTOCOLO DE EXPLORACIÓN CON ECOGRAFÍA DOPPLER DE LA FÍSTULA AV DE HEMODIÁLISIS

En primer lugar, se debe realizar una exploración clínica de la fistula AV, para objetivar la presencia de “*thrill*” si existiera, la calidad de éste a lo largo de la fistula, la presencia de edema, de venas colaterales y de dilataciones focales.

El ecógrafo que usemos ha de permitir estudios en modo B y modo Doppler color, con cálculos de flujo, con una sonda lineal con frecuencias de 5-10 Mhz, y preset para la valoración de flujos altos (PRF alta).

El paciente se colocará en una camilla en decúbito supino, con el brazo extendido y relajado, con la palma de la mano hacia arriba, en posición confortable. Debe usarse abundante gel y una mínima presión del transductor sobre la piel, para no cometer errores como el colapso de las venas adyacentes produciendo falsas estenosis.

Los segmentos que se deben explorar son:

1. Arteria donante
2. Anastomosis arteriovenosa
3. Vena eferente
4. Venas centrales
5. Anastomosis venosa y prótesis (en el caso de la fistula protésica)

[Fig. 1.](#) [Fig. 2](#)

En modo B, se medirá el calibre de la fistula en plano transverso, considerando que existe estenosis si el calibre del segmento venoso es  $< 3$  mm. También se deberán explorar posibles venas colaterales que puedan derivar el flujo de la fistula limitando su maduración, así como la presencia de flaps intimaes, trombos murales o válvulas venosas estenóticas. También hay que realizar una valoración de posibles

lesiones periprotésicas, como colecciones líquidas, hematomas o pseudoaneurismas.

El modo Espectral y el Color se usarán para explorar la permeabilidad de la fistula, detectar estenosis, realizar la medición de la velocidad pico sistólica (VPS), explorar los vasos centrales, y valorar la arteria nativa distal a la anastomosis AV para excluir el síndrome de robo. Siempre debemos incluir una medición del volumen de flujo en la arteria humeral.

## CRITERIOS DE MADURACIÓN Y NORMALIDAD EN UN AVP

Una de las mayores utilidades de la ecografía Doppler es la valoración de la maduración de la fistula AV nativa, lo cual puede evitar en la práctica clínica diaria esperas innecesarias o dudas sobre la viabilidad del acceso.

Una fistula AV nativa no madura es aquella en la que existe incapacidad para su canalización después de 3-4 meses de su creación. Tienen mayor incidencia en mujeres y diabéticos. Las causas de la falta de maduración de una fistula pueden ser la existencia de estenosis en las anastomosis, proximales o distales, la existencia de venas colaterales que deriven el flujo de la fistula, o una vena de localización profunda.

El acceso AV maduro será el que cumpla la “regla de los 6”: > 6 mm de diámetro, < 6 mm de profundidad, y volumen de flujo > 600 ml/min.

Una vez que la fistula AV se considera madura, debe empezar la estrategia de monitorización periódica, la cual está basada en el control seriado del flujo. El cálculo del volumen de flujo puede llegar a convertirse en el predictor más significativo de la disfunción del acceso, tanto en fistulas nativas como en injertos protésicos.

Mientras que la medición del flujo en el injerto puede realizarse en cualquier zona de éste, en la fistula nativa se recomienda hacerlo en la arteria braquial, ya que esta medición tiene una excelente correlación con el flujo de la fistula AV. En los casos de las fistulas de la muñeca, una medición del flujo en la arteria radial puede suponer una infraestimación del mismo, porque en una gran parte de los casos, la fistula recibe una parte del flujo desde la arteria cubital por la arcada palmar. Aunque la medición en el trayecto venoso sería la situación idónea, normalmente resulta difícil por las incurvaciones, bifurcaciones, variaciones en el diámetro, o turbulencias.

Para calcular el volumen de flujo del acceso, se deben seguir los siguientes pasos:

1. En modo B, se obtiene el diámetro de la arteria donante (de borde interno a borde interno en un plano transversal), y el “software” del equipo calculará automáticamente el área del vaso.
2. En el mismo sitio, se mide el espectro Doppler para calcular la velocidad media, obtenida en un plano longitudinal con un ángulo de insonación <60° (entre 30° y 60°).
3. El flujo del acceso lo determina el equipo del “software” siguiendo la siguiente ecuación:

$$V_m \text{ (cm/s)} \times \text{área transversal (cm}^2\text{)} \times 60 = \text{volumen de flujo (ml/ min)}$$

La medición del flujo con ecografía Doppler tiene muchísima variabilidad entre observadores, debido a que pequeñas diferencias en las mediciones de la sección del vaso producen una gran diferencia en el resultado final. Por ello, se recomienda realizar al menos 3 mediciones y obtener su media para intentar evitar, en la medida de lo posible, dicha variabilidad. [Fig. 3](#)

Según la literatura, el volumen de flujo normal del AVP oscila entre los 500 a los 1000 ml/min. Las tasas de flujo críticas se estiman en aproximadamente <300 ml/min para FAV nativas y en < 500 ml/min para

injertos.

### CRITERIOS DE FLUJO EN FAV

- <300 (nativa) o <500 (protésica) ml/min → Diálisis deficiente
- >500 ml/min → FAV nativa normal
- >600 ml/min → FAV protésica normal
- >1000 ml/min → Flujo elevado
- >1600 ml/min → Posible insuficiencia cardiaca congestiva o robo

Los criterios hemodinámicos de normalidad de las fistulas AV comprenden, entre otros, un patrón monofásico con un índice de resistencia bajo en la arteria donante, reflejando así el mecanismo de bajas resistencias en el que se basa el funcionamiento de las fistulas. La VPS puede ser normal hasta de 400 cm/s en la anastomosis, y hasta de 300 cm/s en el segmento venoso. La ratio normal VPS estenosis/preestenosis debe ser < 3 en la anastomosis arterial o en la vena eferente y < 2 en la arteria donante. [Fig. 4](#)

### COMPLICACIONES DE LOS ACCESOS VASCULARES

Las complicaciones en los AVP son frecuentes (la permeabilidad primaria es del 79% al año y del 48% a los 4 años), siendo las más importantes:

1. Falta de maduración en las fistulas nativas.
2. Estenosis que pueden encontrarse en la arteria donante, en la anastomosis o yuxta-anastomosis, distales a la anastomosis o en las venas centrales.
3. Trombosis: es la causa más común de pérdida del AVP, y se relaciona muchas veces con una estenosis previa secundaria a hiperplasia subintimal progresiva de las paredes de la vena o de las anastomosis.
4. Aneurismas y pseudoaneurismas.
5. Síndrome de robo con isquemia asociada distal.
6. Síndrome de hiperaflujo.

A continuación, explicaremos más detalladamente estas complicaciones.

#### 1. ESTENOSIS

Las estenosis pueden localizarse a distintos niveles en el AVP, según hablemos de fistulas nativas o de injertos:

- En las fistulas nativas, la estenosis se puede producir en el segmento venoso o, más raramente, en la arteria donante. [Fig. 5](#) La estenosis en el segmento venoso puede localizarse: en las venas centrales [Fig. 6](#) (incluyendo el cayado cefálico-subclavio en el caso de las fistulas húmero-cefálicas [Fig. 7](#)), en el segmento medio, o en la zona anastomótica o yuxta-anastomótica (primeros centímetros respetando las zonas de punción) [Fig. 8](#) [Fig. 9](#), siendo ésta última, junto con las estenosis del cayado cefálico-subclavio, las localizaciones más frecuentes. El origen de estas estenosis anastomóticas o yuxta-anastomóticas es la hiperplasia intimal y fibromuscular que ocurre secundariamente a estados de turbulencia del flujo y devascularización de la pared de los vasos. En el resto de localizaciones, la estenosis puede deberse a la cicatrización en puntos de punción, a la presencia de válvulas venosas, o a flaps intimales.

- En el injerto protésico, la estenosis habitualmente aparece en la anastomosis venosa (58-63%) [Fig. 10](#). Por orden descendente, las siguientes localizaciones más frecuentes son: la vena eferente (21-29%), el propio injerto (2-7%), la anastomosis arterial (4-7%), y las venas centrales (2-6%).

En el caso de detectarse una estenosis, se medirá el porcentaje que representa sobre la luz normal del vaso. Medir esta reducción en la luz vascular puede ser fácil en el caso de los injertos, pero no lo es tanto en el caso de las fistulas, que a menudo presentan dilataciones pre y postestenóticas. Además, en la zona yuxta-anastomótica, suele existir una angulación del vaso que dificulta esta medición.

Una reducción del calibre venoso o de la prótesis < 3 mm medido en el plano axial es un signo fácil y exacto de la presencia de una estenosis significativa.

Para el estudio de una estenosis, el acceso vascular debe ser estudiado en los planos longitudinal y transversal, desde la arteria donante, a lo largo de la anastomosis, y en las venas eferentes, así como adentrándonos en el sistema venoso central tanto como sea posible. También debe estudiarse el espacio perivascular, ya que una estenosis funcional puede ser el resultado de una compresión extraluminal del acceso vascular por abscesos, hematomas, o seromas.

Los parámetros en ecografía Doppler de las estenosis significativas hemodinámicamente (>50%) pueden ser clasificados en directos e indirectos:

-Parámetros directos:

- En la arteria donante: ratio de VPS (VPS estenosis/VPS preestenosis)  $\geq 2$
- En la anastomosis arterial : ratio de VPS  $\geq 3$  o VPS > 400 cm/s
- En la vena eferente: ratio de VPS  $\geq 3$  o VPS > 300 cm/s

-Parámetros indirectos:

- Onda Doppler de alta resistencia en la arteria donante proximal a la estenosis (IR >0.5 -0.7)
- Reducción en el volumen de flujo del acceso (<500 ml/min)
- Flujo “parvus” distal a la estenosis

## 2. TROMBOSIS

La causa más frecuente de disfunción en el AVP es la trombosis. La ecografía es la prueba no invasiva de elección para la detección de trombosis en las fistulas e injertos.

En los injertos de PTFE, la trombosis es el resultado de una estenosis progresiva con dificultad en el drenaje, y una disminución gradual del flujo sanguíneo del acceso, habitualmente localizada en la anastomosis venosa.

[Fig. 11](#) [Fig. 12](#)

Al contrario que en los injertos, la trombosis en las fistulas nativas, sobre todo en las radio-cefálicas, a menudo ocurre precozmente debido a un flujo inadecuado por un diámetro reducido de los vasos, o por un fallo en la dilatación de los mismos. Una vez que la fistula AV nativa ha alcanzado su estado de madurez, es más raro que se produzca trombosis.

[Fig. 13](#) [Fig. 14](#)

Los hallazgos ecográficos en la trombosis de los AVP se pueden dividir en directos e indirectos.

- Directos: visualización directa del trombo, con ausencia de flujo en el acceso, tanto en el Doppler color, como en el Doppler espectral, y falta de compresibilidad del vaso trombosado.

- Indirectos: onda Doppler con alta resistencia ( $IR > 0.7$ ) y flujos bajos en la arteria donante.

La existencia del trombo se debe constatar si es posible, ya que los signos indirectos pueden ser iguales en el caso de una estenosis severa y en el de una trombosis. El trombo puede ser anecoico o hipoecoico si se trata de una trombosis aguda, mientras que los trombos más crónicos tienen un aspecto ecográfico más hiperecogénico.

Se debe tener en cuenta que la falta de compresión manual de la vena con el transductor lineal no es suficiente para diagnosticar trombosis del acceso en modo B, porque, al contrario que las venas nativas, las venas eferentes del acceso pueden ser difícilmente compresibles por presentar una mayor presión arterial.

[Fig. 15](#), [Fig. 16](#), [Fig. 17](#), [Fig. 18](#) .

### 3. PSEUDOANEURISMAS, ANEURISMAS Y HEMATOMAS

Los pseudoaneurismas tienen una incidencia del 2-10 % durante la vida funcional del injerto, siendo menos frecuentes en las fistulas nativas. Con Doppler color, muestran un patrón típico en “yin-yang”, y con Doppler pulsado presentan el signo del vaivén o “entrada-salida” con una onda espectral típica en el cuello del pseudoaneurisma, caracterizada por el retorno de la sangre del saco aneurismático a la luz del vaso durante la diástole. Su localización es en los sitios de punción, y se observan si son pequeños o estables, aunque, si crecen, requieren tratamiento. Los localizados en las anastomosis requieren cirugía y suelen ser secundarios a infección. La presencia de líquido periprotésico puede indicar infección.

[Fig. 19](#), [Fig. 20](#)

Los aneurismas se desarrollan en las fistulas AV de larga duración, pudiendo afectar a la arteria, a la anastomosis, o a la vena eferente, y suelen ser secundarios a degeneración mural. Si no presentan trombo interno y la fistula es funcionante, no es necesario su tratamiento. La presencia de trombo endoluminal, el compromiso de la piel subyacente, o el crecimiento rápido pueden indicar la necesidad de tratamiento, habitualmente con interposición de segmento protésico o con la creación de un acceso más proximal.

[Fig. 21](#), [Fig. 22](#)

El hematoma se produce en los sitios de punción, y es una colección perivascular sin flujo interno que es conveniente monitorizar hasta su resolución para diferenciarlo de una colección inflamatoria tipo absceso. [Fig. 23](#)

### 4. SÍNDROME DE ROBO

Se produce por una sustracción en exceso por la fistula AV de la circulación sanguínea que debería irrigar la región distal de la extremidad en la que se encuentra el acceso vascular. Presenta una incidencia clínica entre el 1-4 %.

Los pacientes con mayor riesgo de desarrollar esta patología son los ancianos y aquéllos con múltiples comorbilidades (diabetes, enfermedad vascular...). El fenómeno de robo es especialmente frecuente en pacientes con fistulas nativas proximales o con injertos protésicos.

Normalmente el fenómeno de robo es clínicamente silente, permaneciendo el paciente asintomático. Este fenómeno llega a convertirse en un verdadero síndrome de robo cuando los mecanismos compensatorios para mantener la irrigación arterial periférica claudican.

Los factores de riesgo para desarrollar un síndrome de robo son:

- Género femenino
- Edad > 60 años
- Diabetes mellitus

Las características clínicas de esta entidad son dolor en reposo o durante las sesiones de hemodiálisis, y, en los casos más severos, ulceraciones o necrosis distales.

El síndrome de robo se manifiesta en la ecografía Doppler color mediante un flujo invertido completo o parcial (solo durante la diástole) en la arteria donante distal a la anastomosis AV. Mediante la compresión momentánea de la fistula AV, se reestablecerá el sentido anterógrado normal del flujo. El tratamiento en los casos severos incluye técnicas de reducción de flujo y, si fracasan, la ligadura de la fistula.

El robo arterial es la causa de isquemia más frecuente asociada al AVP, aunque existen otras causas que pueden coexistir y aumentar su gravedad, como la estenosis arterial proximal o la arteriosclerosis de las arterias distales del antebrazo y la mano, la hipertensión venosa, o las embolias distales procedentes de un acceso vascular trombosado.

[Fig. 24](#), [Fig. 25](#), [Fig. 26](#), [Fig. 27](#)

## 5. SÍNDROME DE HIPERAFLUJO

Es un cuadro clínico producido por un flujo aumentado en una fistula AV con insuficiencia cardiaca secundaria de alto gasto. Tiene una incidencia < 1%.

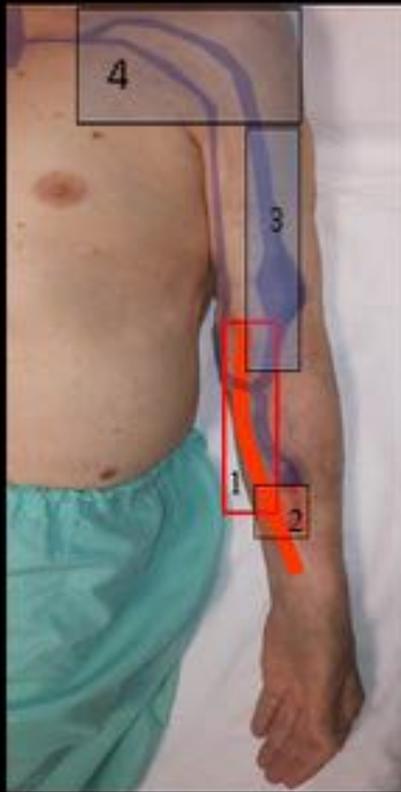
Debido a este hiperaflujo, disminuyen las resistencias arteriales periféricas y la tensión arterial, provocando un aumento del gasto cardiaco, de la contractilidad cardiaca, del volumen de eyección y de la frecuencia cardiaca.

Entre los factores que propician un hiperaflujo, se encuentran la localización del acceso vascular en la arteria braquial o femoral, la fistula protésica, una anastomosis amplia, o una mayor longevidad del acceso.

Las complicaciones clínicas del hiperaflujo son la insuficiencia cardiaca, el síndrome de robo arterial, el edema en la extremidad (sobre todo si existe estenosis venosa concomitante), y la dilatación aneurismática arterial y/o venosa.

El eco Doppler, debido a su capacidad para medir flujos, puede detectar a aquellos pacientes con hiperaflujo de la fistula.

**Imágenes en esta sección:**



**SEGMENTOS QUE SE DEBEN  
EXPLORAR EN UNA FÍSTULA  
NATIVA**

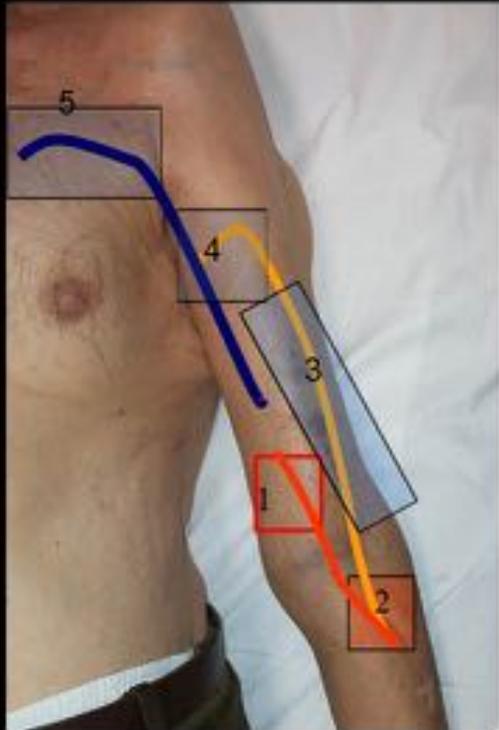
**1. ARTERIA DONANTE**

**2. ANASTOMOSIS  
ARTERIOVENOSA**

**3. VENA EFERENTE**

**4. VENAS CENTRALES**

**Fig. 1:** Segmentos que se deben explorar en una fistula nativa



## SEGMENTOS QUE SE DEBEN EXPLORAR EN UNA FÍSTULA PROTÉSICA

1. ARTERIA DONANTE

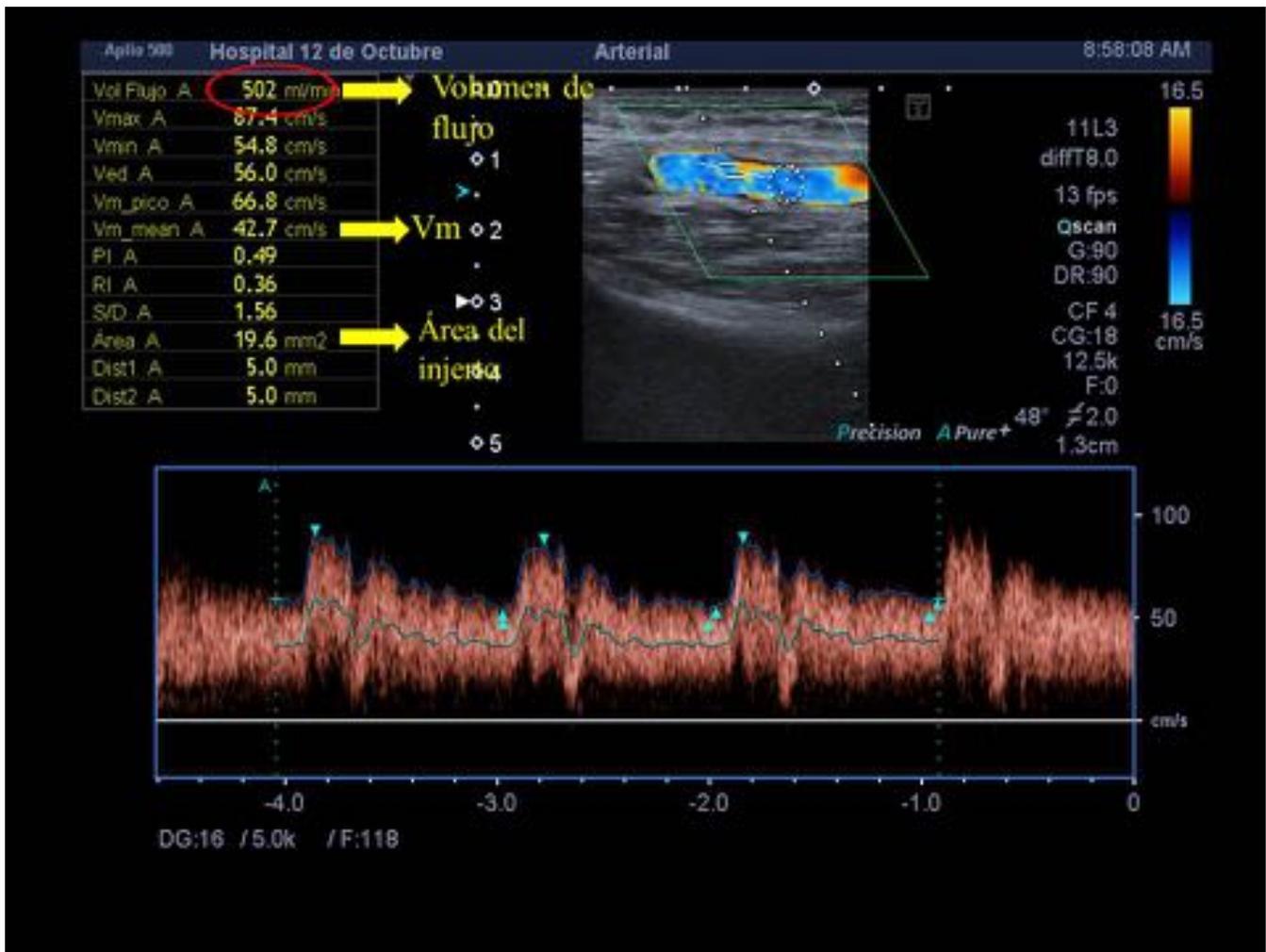
2. ANASTOMOSIS ARTERIAL

3. PRÓTESIS

4. ANASTOMOSIS VENOSA

5. VENAS CENTRALES

**Fig. 2:** Segmentos que se deben explorar en una fístula protésica



**Fig. 3:** Medición del flujo con ecografía Doppler en injerto protésico. El área del injerto es de 19.6 mm<sup>2</sup>, mientras que la Vm es de 42.7 cm/s, por lo que, según la ecuación, el volumen de flujo del acceso es de 502 ml/min (en el límite de la normalidad).

# CRITERIOS HEMODINÁMICOS DE LAS FAV

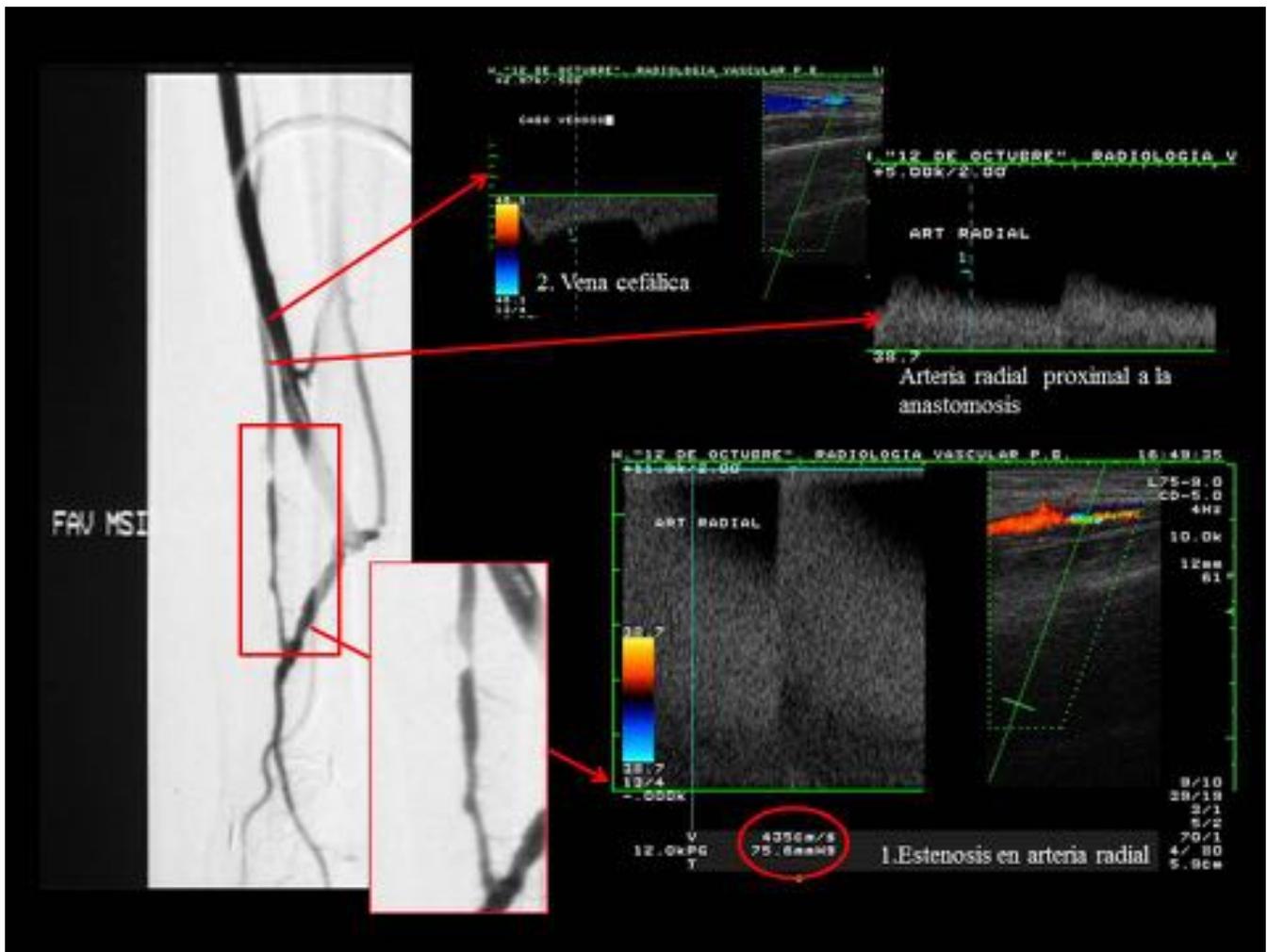
## NORMALIDAD

- Arteria donante con flujo monofásico de baja resistencia ( $IR < 0.5$ )
- VPS en anastomosis hasta 400 cm/seg, flujo turbulento
- VPS hasta 300 cm/seg en segmento venoso
- Ratio VPS estenosis/ preestenosis  $< 3$  en anastomosis arterial o vena eferente y  $< 2$  en arteria donante

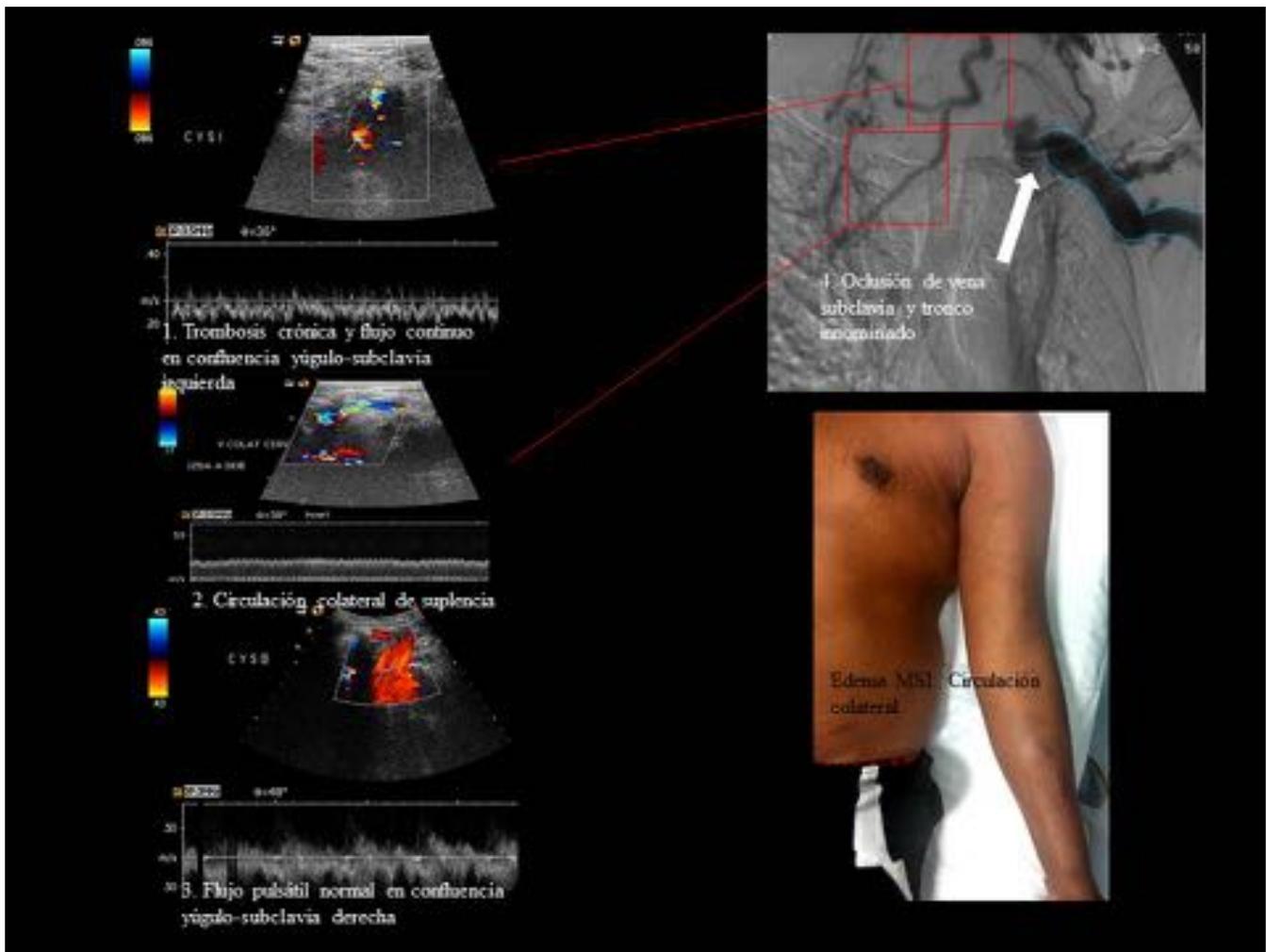
## DISFUNCIÓN

- Arteria donante con flujo monofásico de alta resistencia ( $IR > 0.5-0.7$ )
- VPS en anastomosis  $> 400$  cm/seg
- VPS  $> 300$  cm/seg en segmento venoso
- Ratio VPS estenosis/preestenosis  $> 3$  en anastomosis arterial o vena eferente y  $> 2$  en arteria donante

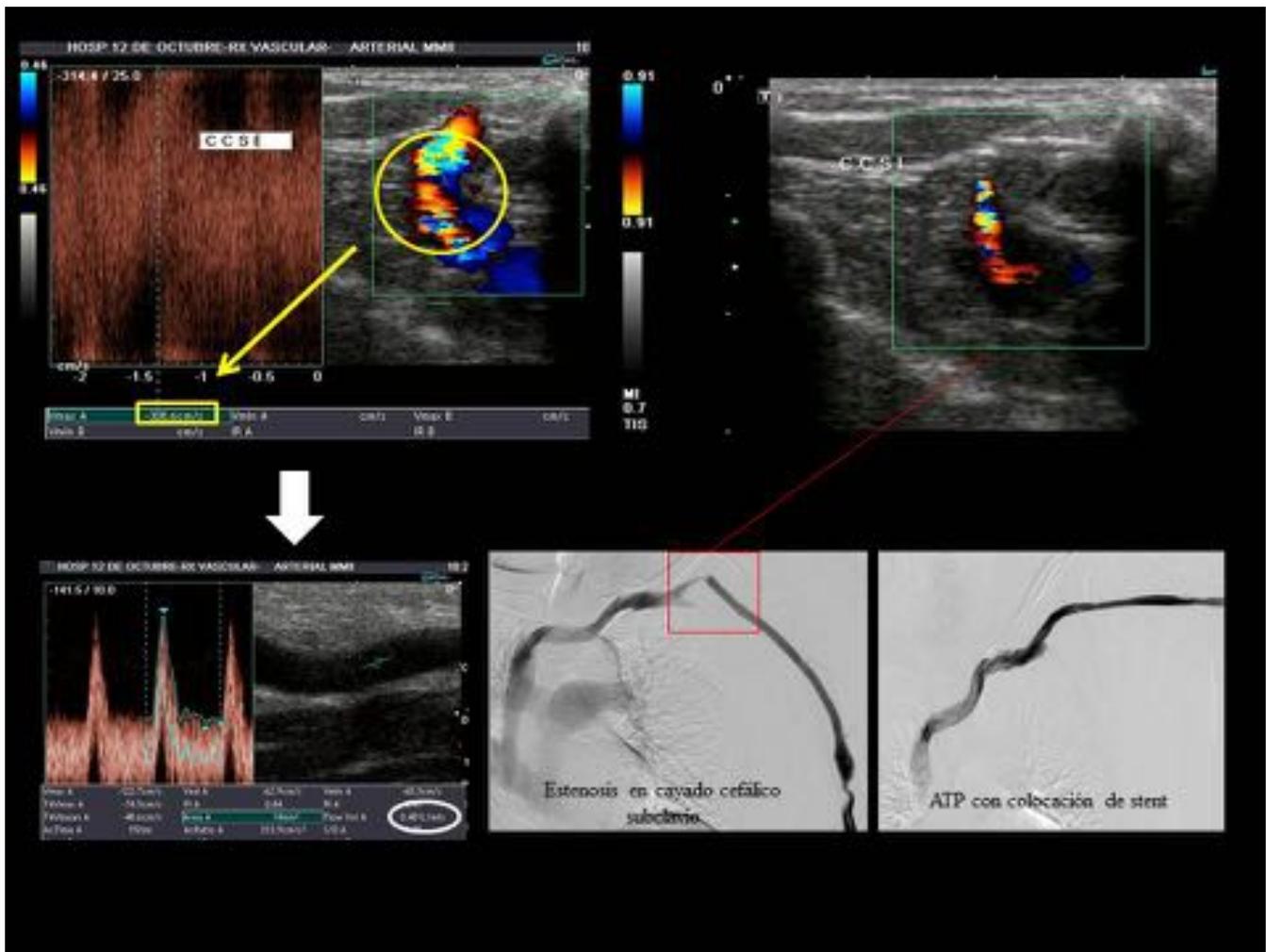
Fig. 4: Criterios hemodinámicos de las FAV



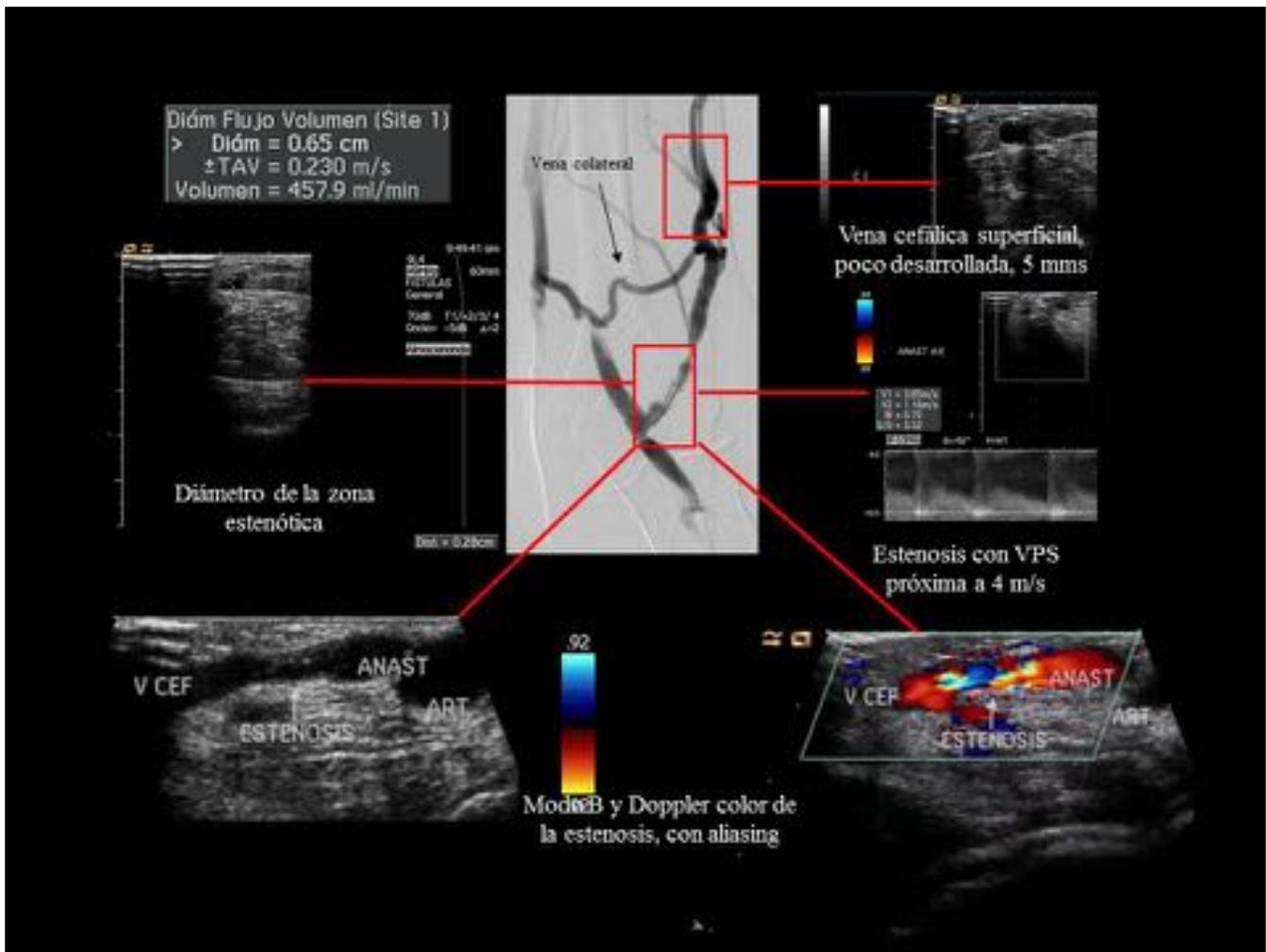
**Fig. 5:** Estenosis arterial. Fístula AV nativa radio-cefálica, con estenosis arterial en arteria radial, con fenómeno de “aliasing” y una VPS de hasta 4,35 m/s (1). En la vena cefálica distal a la anastomosis (2), se observa un flujo tipo “parvus”.



**Fig. 6:** Estenosis en vena central. FAV nativa radio-cefálica con edema de MSI en paciente con catéter venoso central previo subclavio izquierdo. (1) Signos de trombosis crónica en confluencia yúgulo-subclavia izquierda, flujo continuo y pérdida de la pulsatilidad cardiaca, que sí se observa en lado derecho (3). (2) Ausencia de vena subclavia con circulación colateral de alto flujo de suplencia. (4) Fistulografía con signos de oclusión de vena subclavia y tronco venoso innominado con circulación colateral.



**Fig. 7:** Estenosis en el cayado céfalo-subclavio. Fístula AV nativa húmero-cefálica izquierda con estenosis en cayado céfalo-subclavio izquierdo, con velocidades de hasta 308 cm/s y fenómeno de “aliasing” no corregible aumentando la PRF, con flujo reducido en la fistula (401 ml/min). La fistulografía (imagen inferior media) confirma una estenosis marcada que se soluciona en el mismo acto con ATP y colocación de stent autoexpandible (imagen inferior derecha).

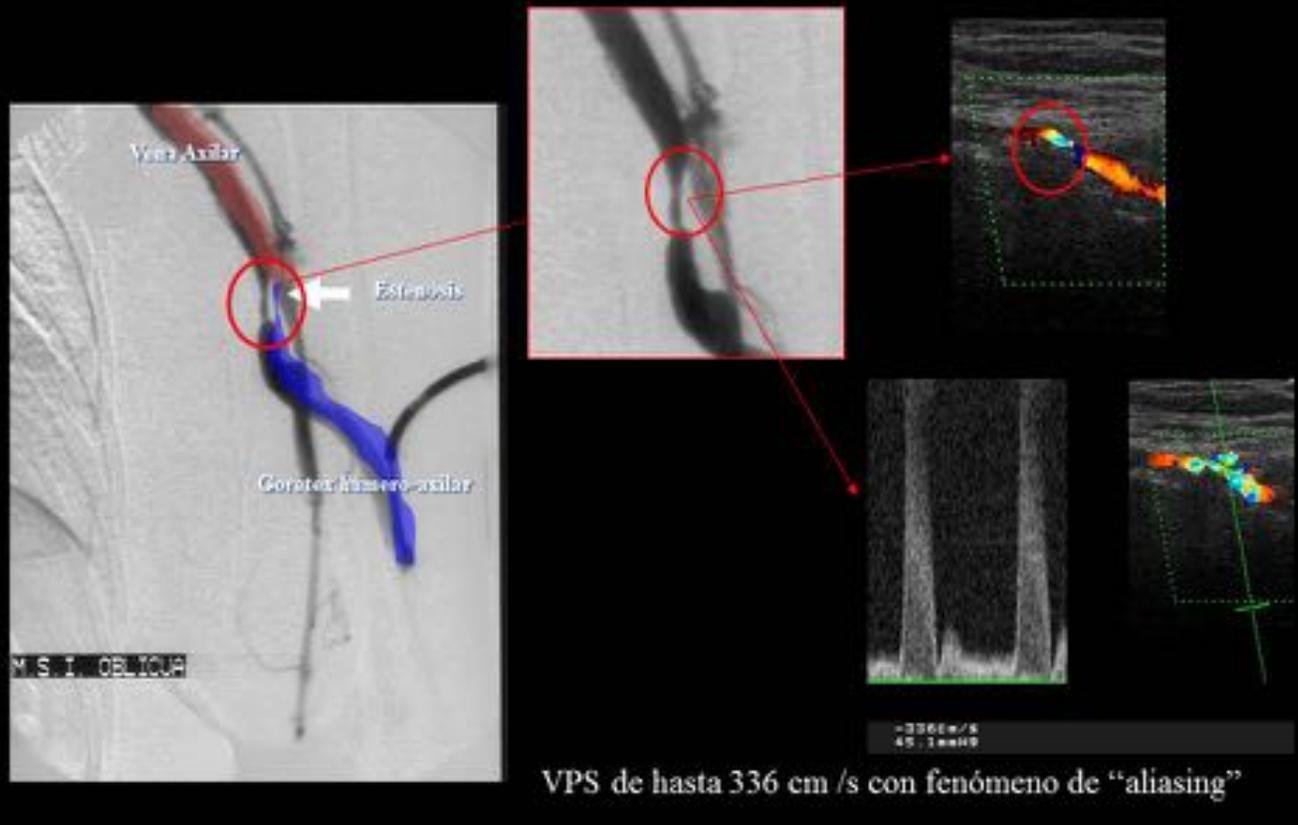


**Fig. 8:** Estenosis yuxta-anastomótica. Eco Doppler y fistulografía. Fístula AV nativa húmero-cefálica izquierda permeable pero poco desarrollada (flujo reducido de 457 ml/min), por estenosis severa (calibre < 3 mm, VPS cercana a 4 m/s) en vena cefálica yuxta-anastomótica, que se localiza a 1 cm de la anastomosis AV. Vena cefálica permeable, pero poco desarrollada, con calibre que oscila entre 4-6 mm. Pequeña vena colateral (flecha negra) que puede contribuir a un menor desarrollo de la fístula.

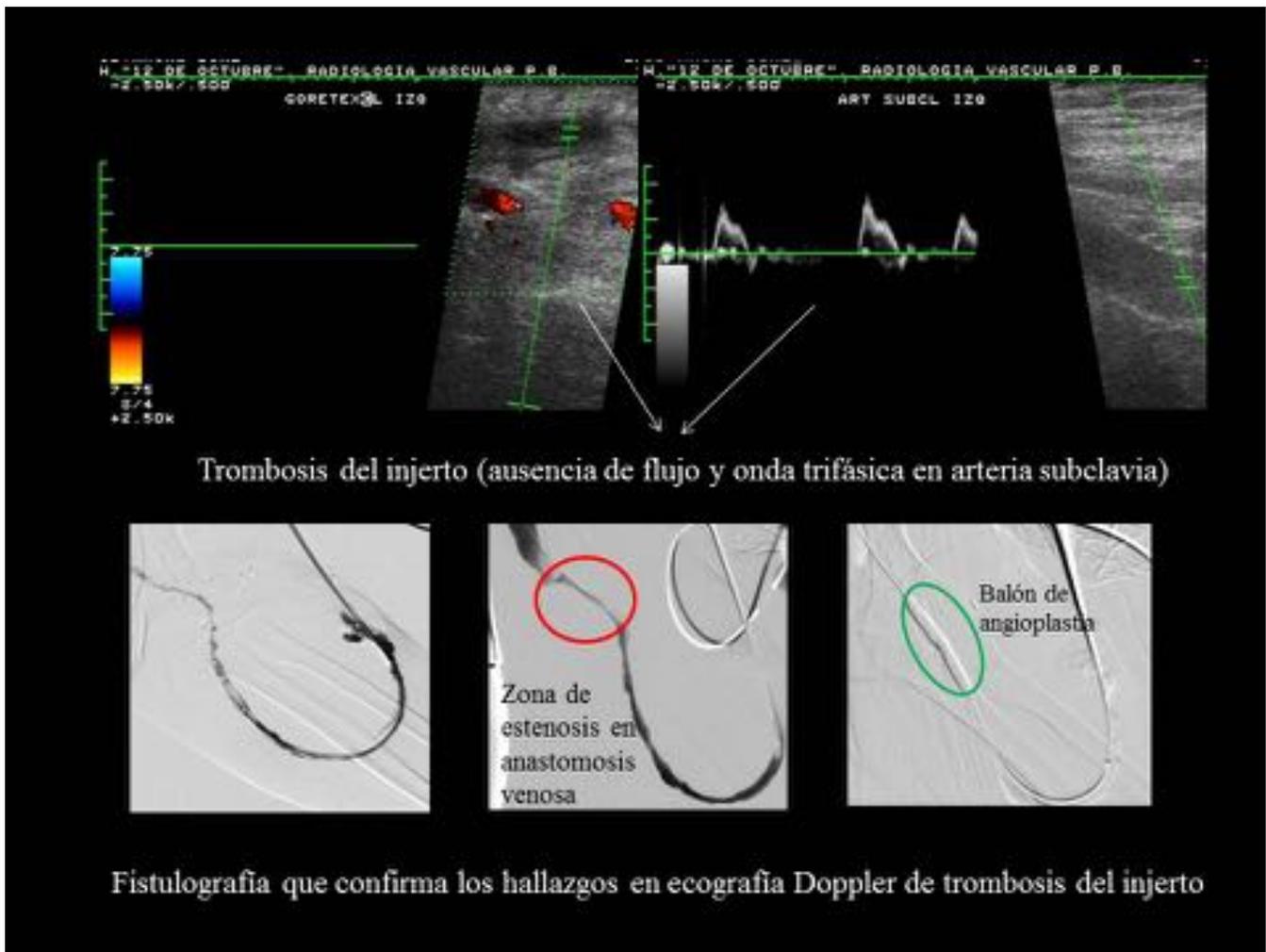


**Fig. 9:** Estenosis yuxta-anastomótica. Estenosis yuxta-anastomótica de la fístula AV nativa húmero-cefálica pre y postangioplastia con balón.

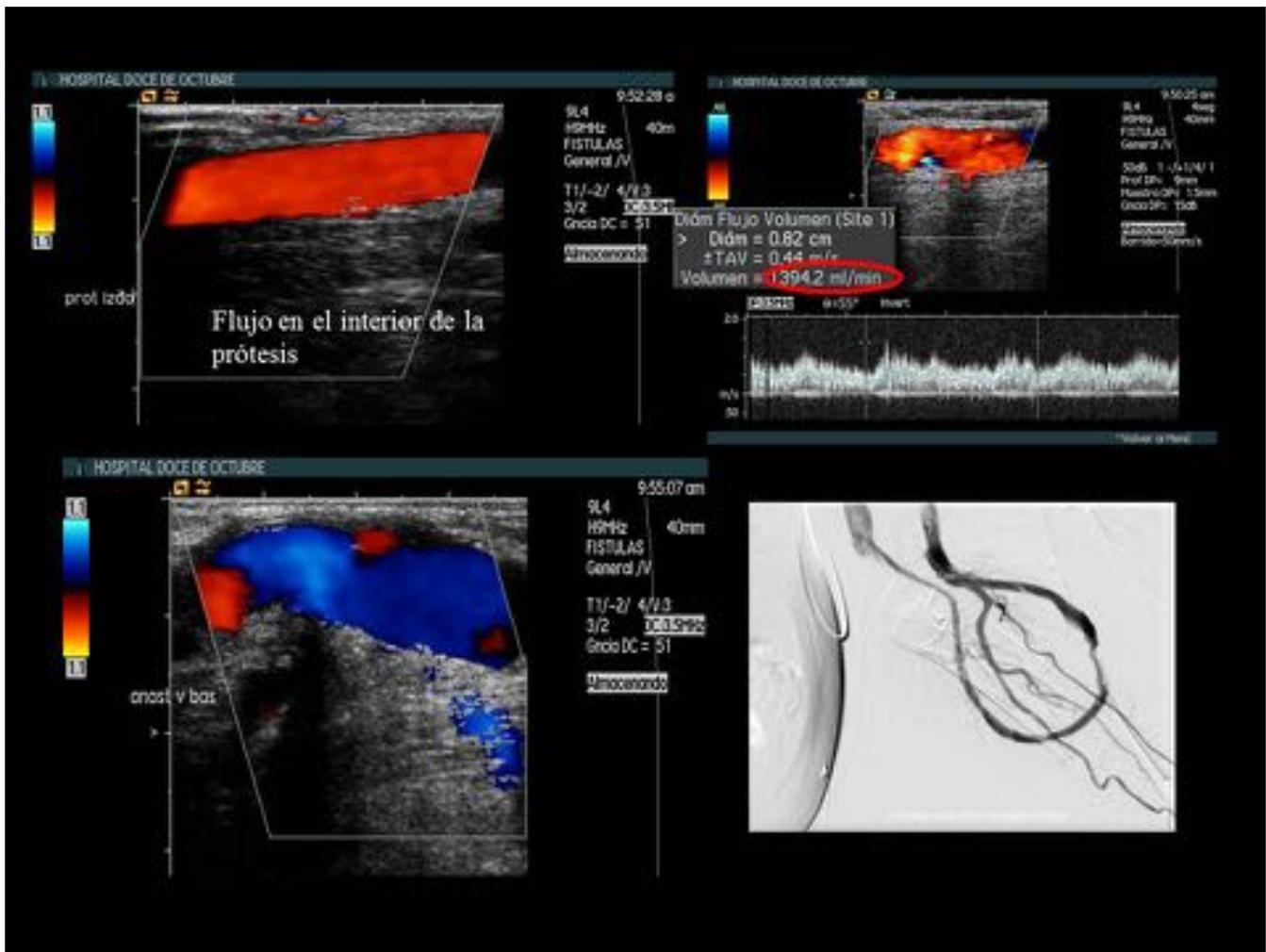
## FÍSTULA AV PROTÉSICA HÚMERO-AXILAR IZQUIERDA



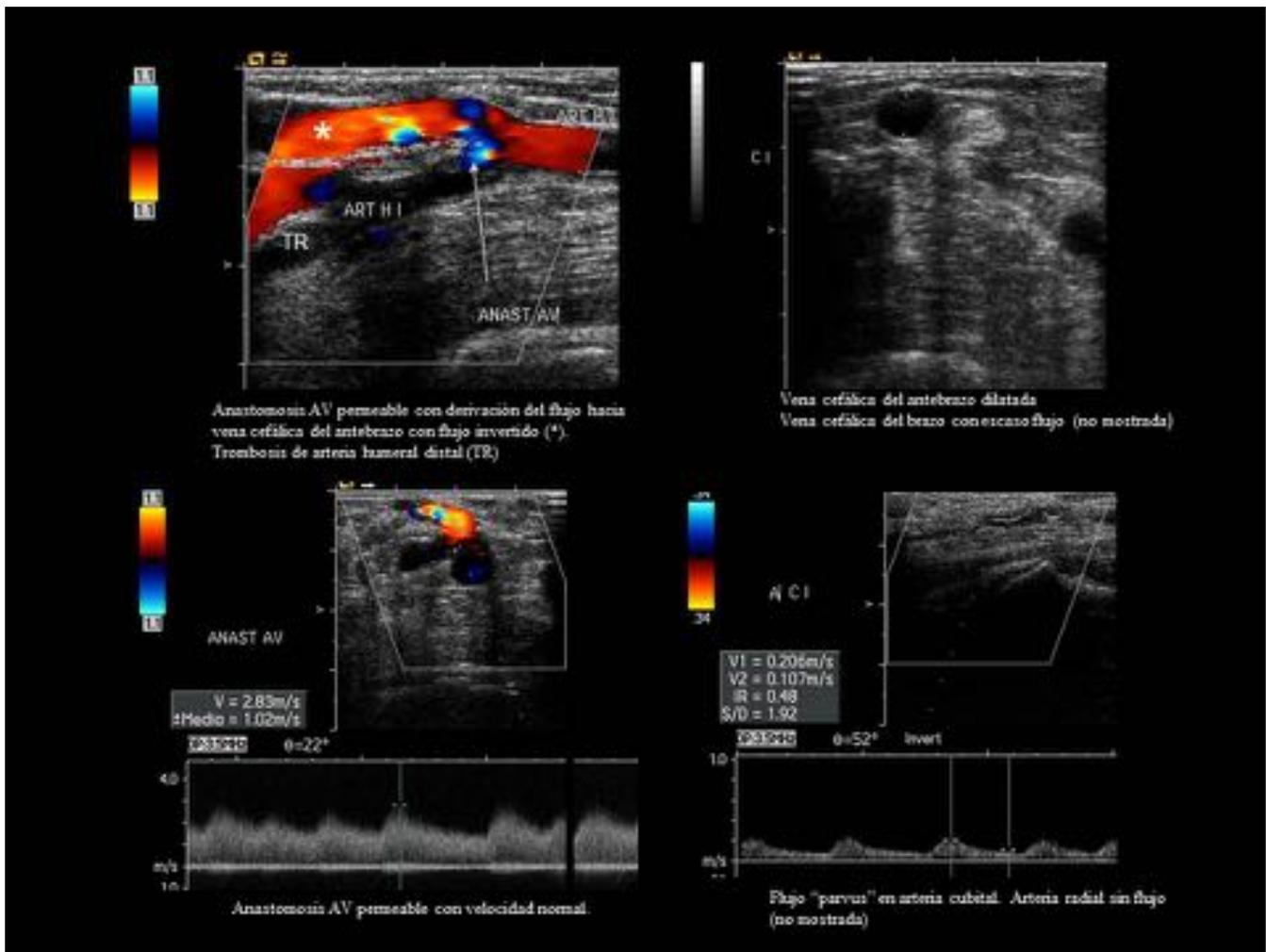
**Fig. 10:** Estenosis en la anastomosis venosa en fístula AV protésica. Fístula AV con injerto protésico húmero-axilar izquierdo, con estenosis en la anastomosis venosa del injerto, VPS elevada de hasta 336 cm/s, con fenómeno de "aliasing ". La estenosis se confirma posteriormente mediante fistulografía (imágenes de la izquierda).



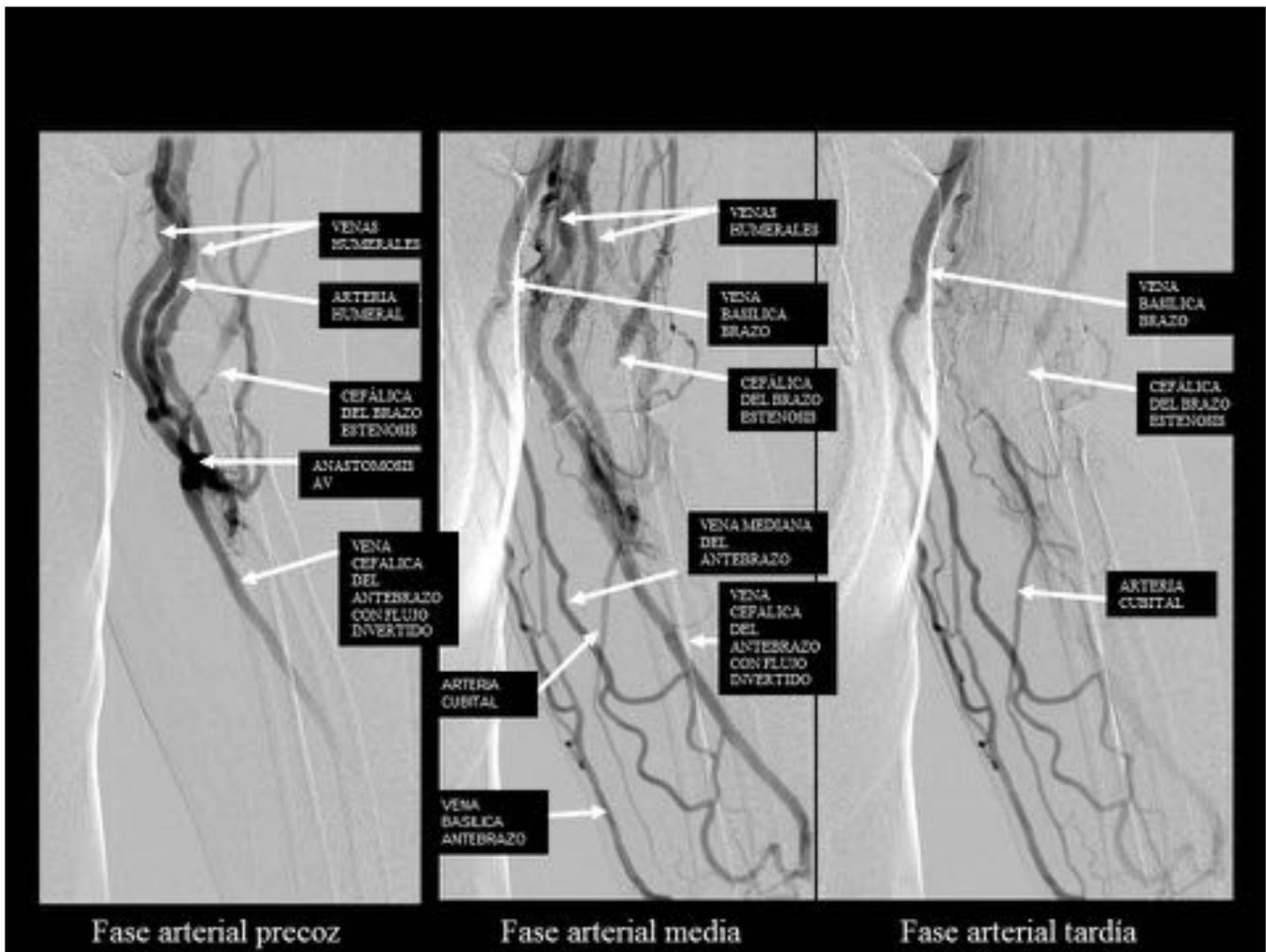
**Fig. 11:** Trombosis del injerto. FAV protésica antebraquial en “loop” húmero-basílica con trombosis del injerto (en la EDC no se demuestra flujo en la prótesis, y existe una onda trifásica de alta resistencia en arteria subclavia). Se realizó trombolisis mecánica con dispositivo tipo Angiojet (catéter que introducido en una zona de trombosis, dirige un chorro de suero salino a alta presión al trombo, fragmentándolo y aspirándolo) y dilatación con balón de angioplastia de estenosis en anastomosis venosa.



**Fig. 12:** Trombosis del injerto. Control post-trombectomía con Angiojet de trombosis del injerto. La ecografía Doppler de control confirma la amplia permeabilidad de la fistula, con un volumen de flujo de hasta 1400 ml/min (imágenes superiores) y la corrección de la estenosis en la anastomosis venosa (imagen inferior izquierda). Fistulografía de control post-trombectomía (imagen inferior derecha).



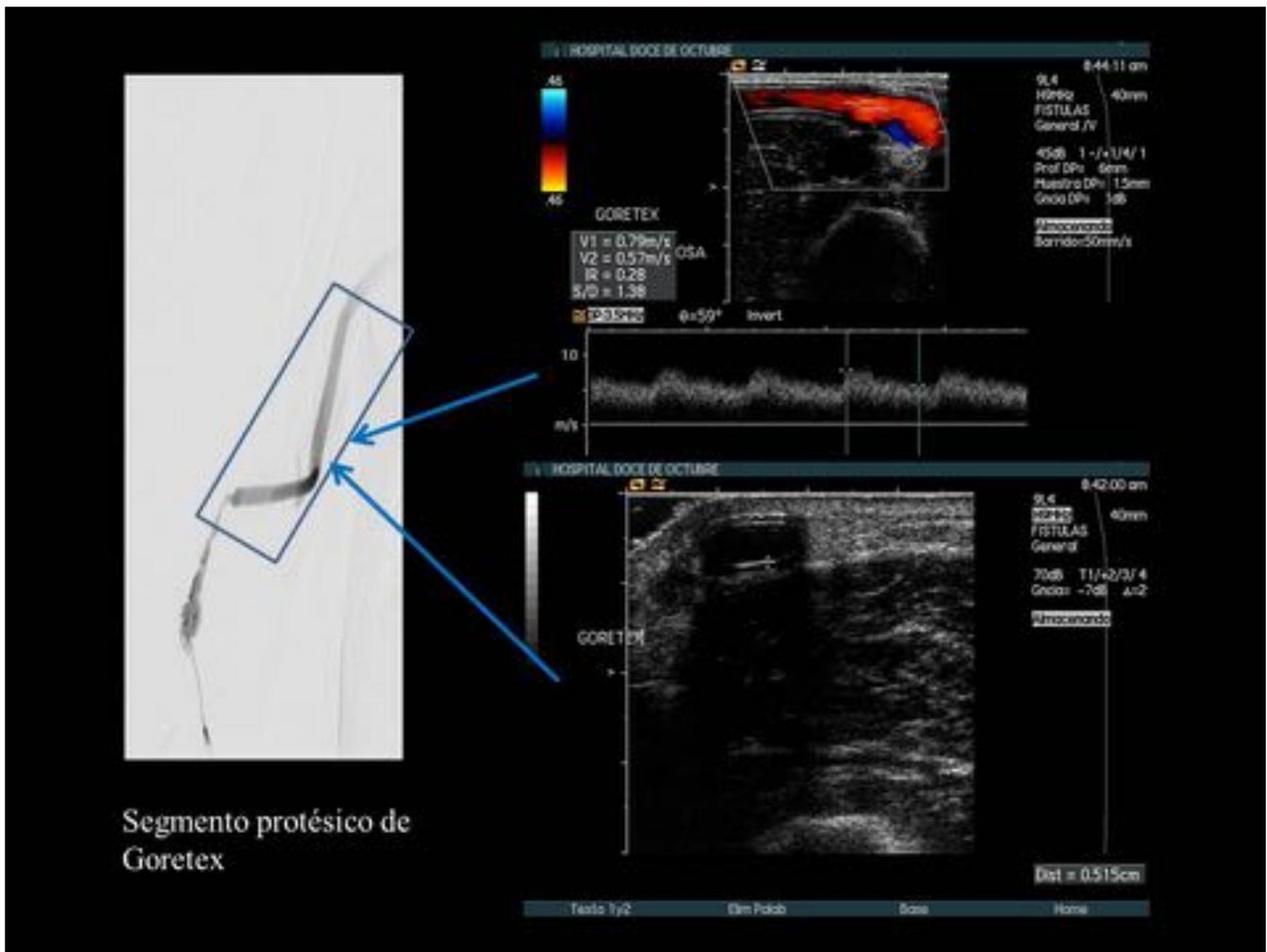
**Fig. 13:** Trombosis de arteria humeral distal a la anastomosis en fistula AV nativa húmero-cefálica. Paciente con fistula AV húmero-cefálica no madura y signos de isquemia de la mano izquierda con ausencia de pulsos distales. El eco Doppler muestra trombosis de la arteria humeral distal a la anastomosis AV con flujo "parvus" de recanalización en arteria cubital, y derivación del flujo desde anastomosis AV principalmente hacia vena cefálica del antebrazo (que tiene un flujo retrógrado y está dilatada).



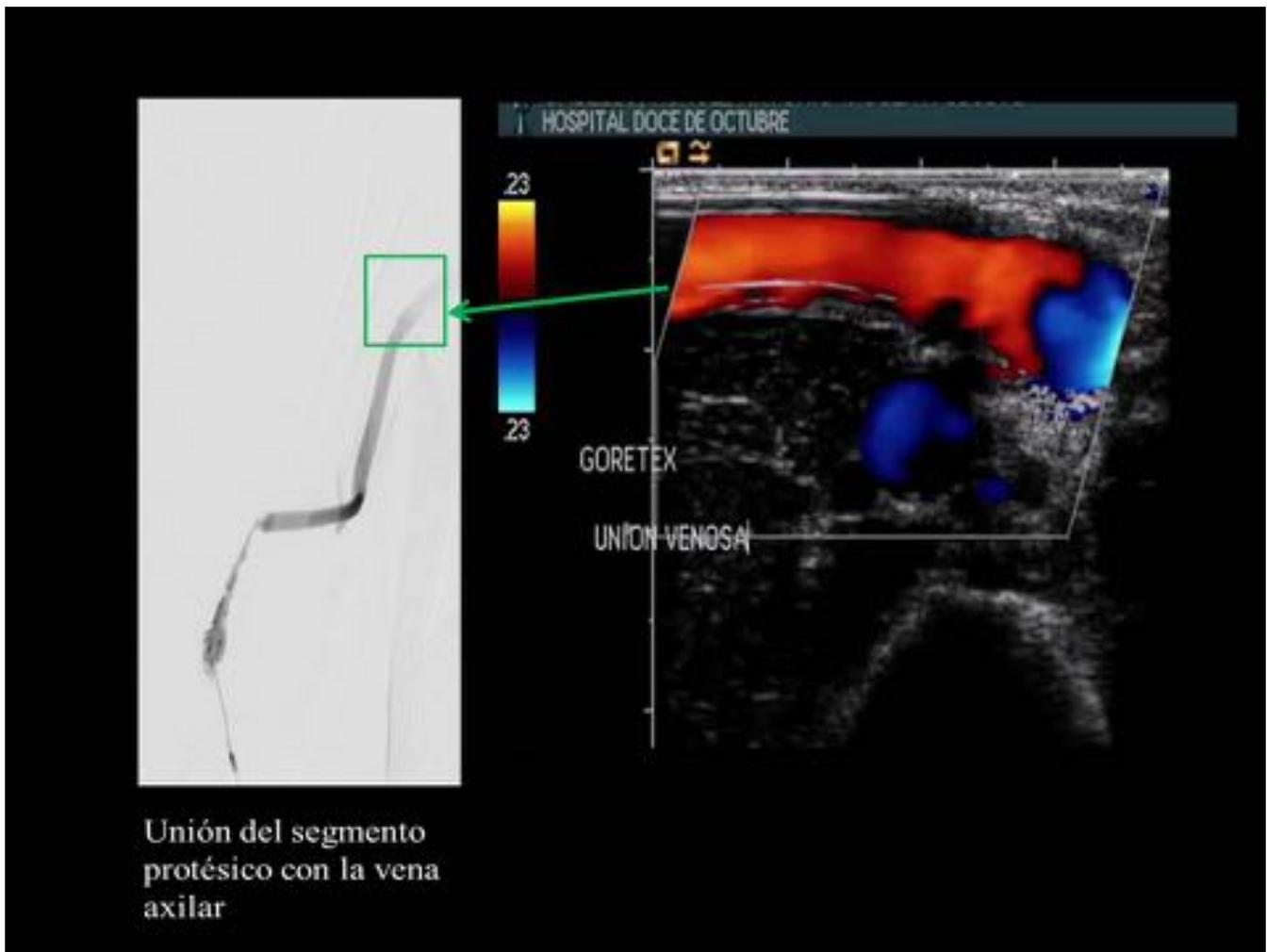
**Fig. 14:** La arteriografía selectiva del MSI confirma los hallazgos de la EDC de la Fig.11, con oclusión de arteria humeral distal a la anastomosis y permeabilidad de ésta, relleno precoz de las venas braquiales, estenosis severa yuxta-anastomótica de vena cefálica del brazo, y relleno retrógrado de vena cefálica del antebrazo con retorno por vena mediana y basilica del antebrazo y brazo. La fase tardía muestra recanalización de arteria cubital por colaterales.



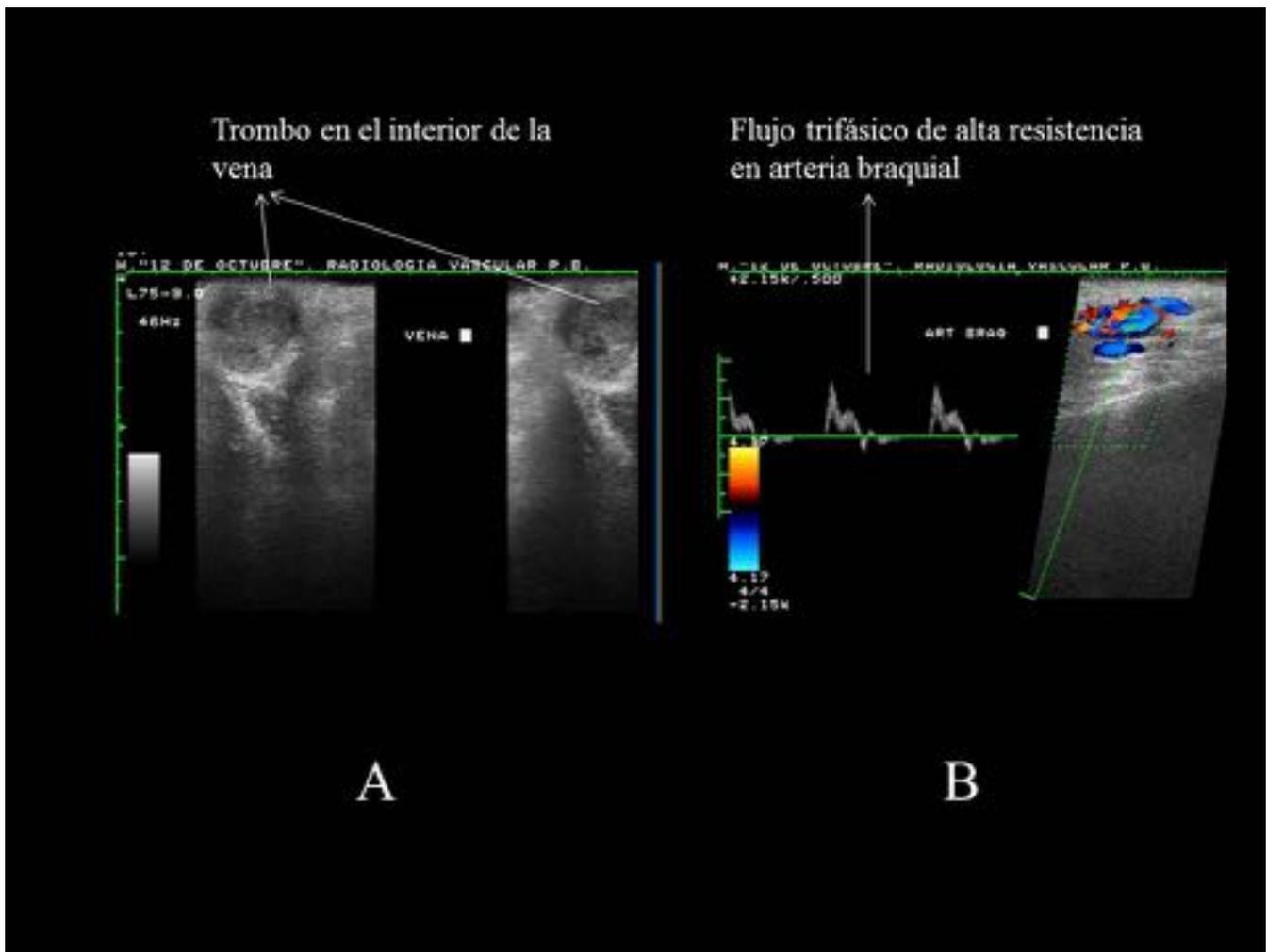
**Fig. 15:** Estenosis de vena eferente. Fístula mixta húmero-cefálica (con prótesis interpuesta entre venas cefálica y axilar), con área de depresión palpable en brazo. EDC con estenosis larga de la vena cefálica, coincidiendo con el área de depresión y thrill en la fistula. En esta zona, el calibre de la fístula es de 3 mm de diámetro, y la velocidad del flujo se eleva a 4.19 m/s, con fenómeno de aliasing. Engrosamiento mural difuso en la estenosis compatible con trombo/hiperplasia intimal (zonas verdes).



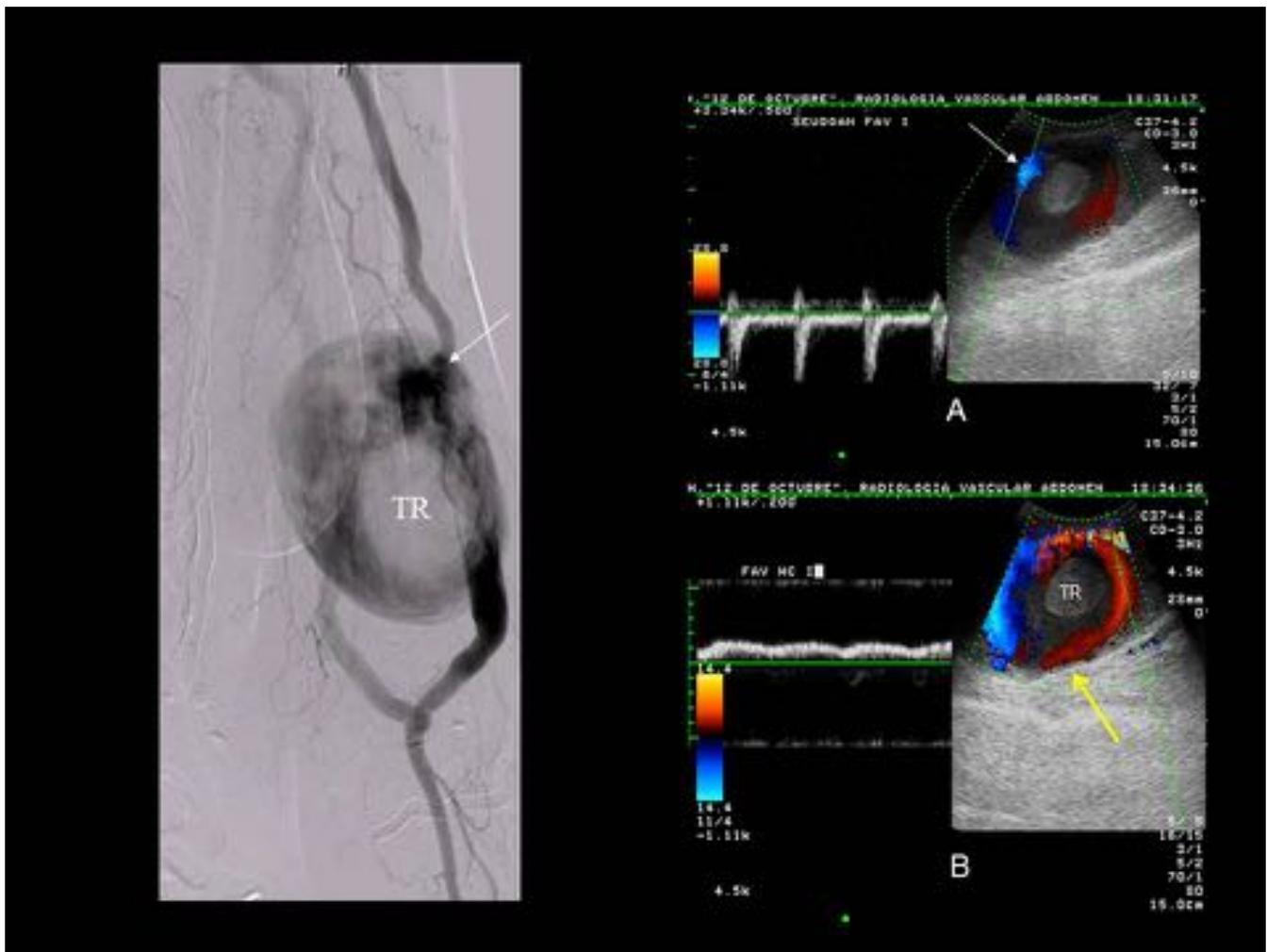
**Fig. 16:** Estenosis de vena eferente. A continuación de la estenosis, se visualiza un segmento protésico de unos 5 mm de diámetro, permeable sin estenosis, con flujo en el interior de color uniforme sin aliasing y VPS normal de 79 cm/s.



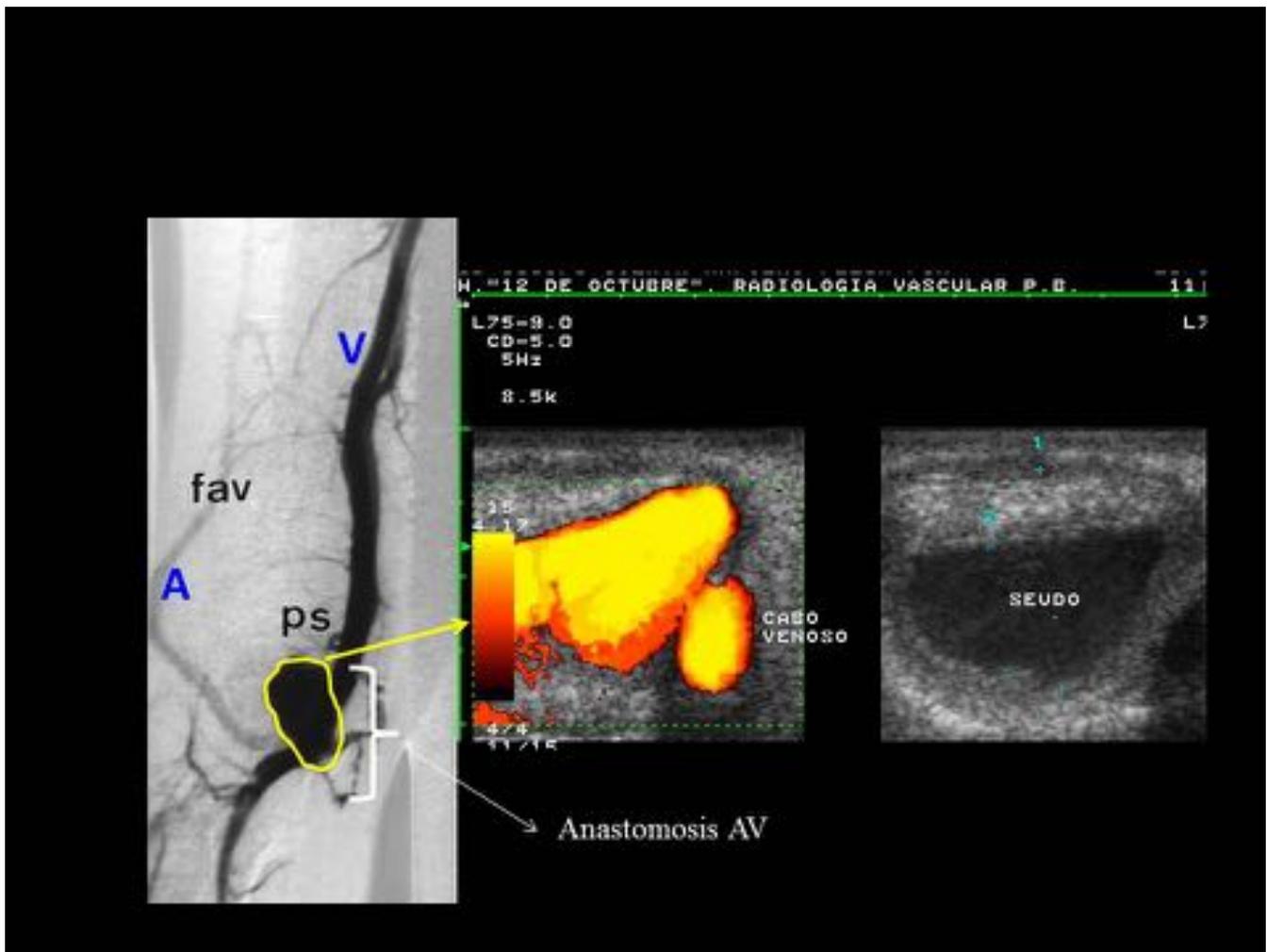
**Fig. 17:** Estenosis de vena eferente. Finalmente se explora la unión del segmento protésico con la vena húmero axilar que es normal, sin estenosis.



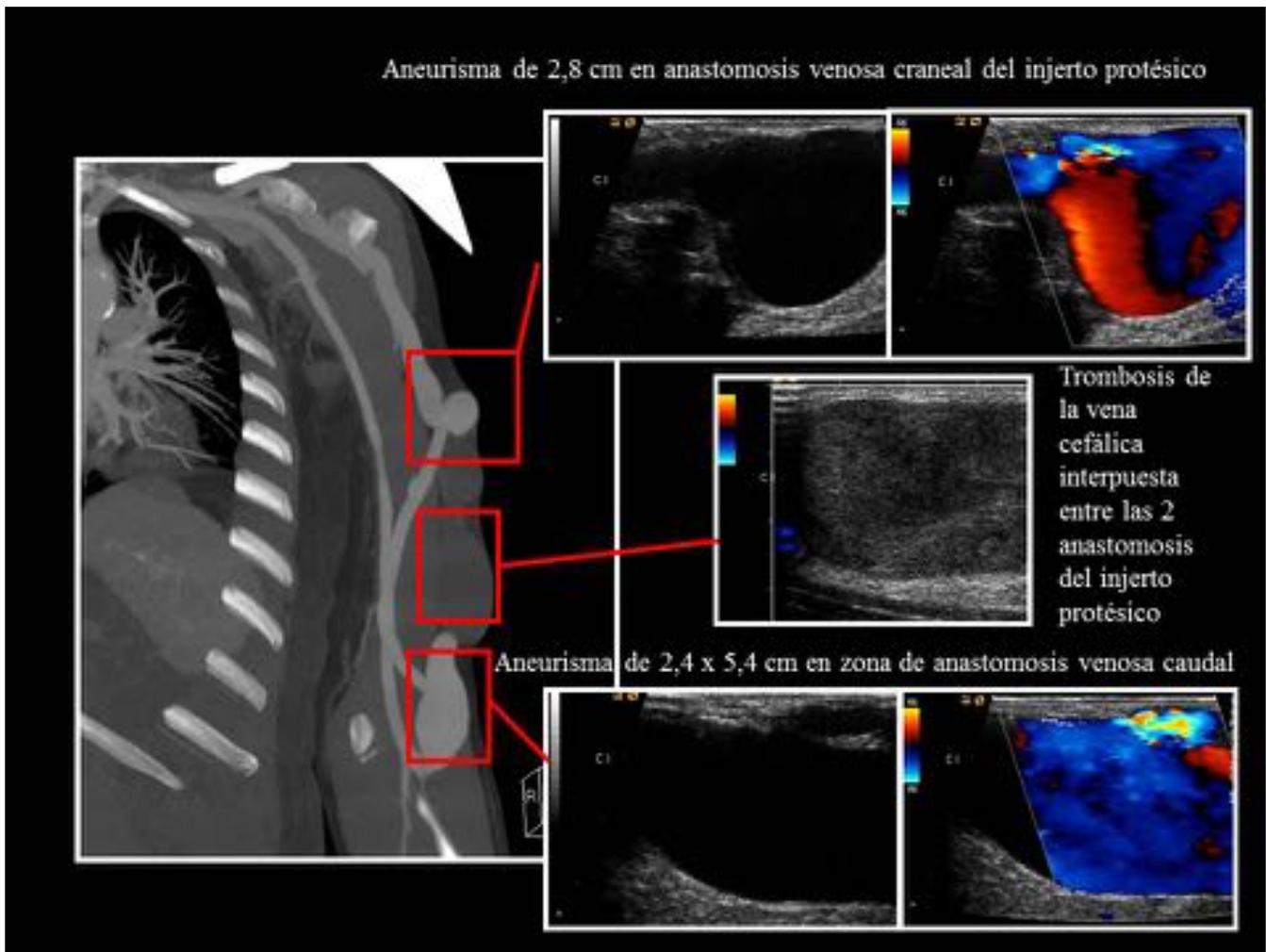
**Fig. 18:** Estenosis de vena eferente. Al paciente se le citó para realizarse una angioplastia preferente, pero antes de que llegara a realizarse, se produjo una trombosis total de la fistula, pudiendo observar criterios directos de trombosis, como ocupación por contenido ecogénico en el interior de la vena (A), y criterios indirectos, como flujo trifásico de alta resistencia en la arteria braquial donante (B).



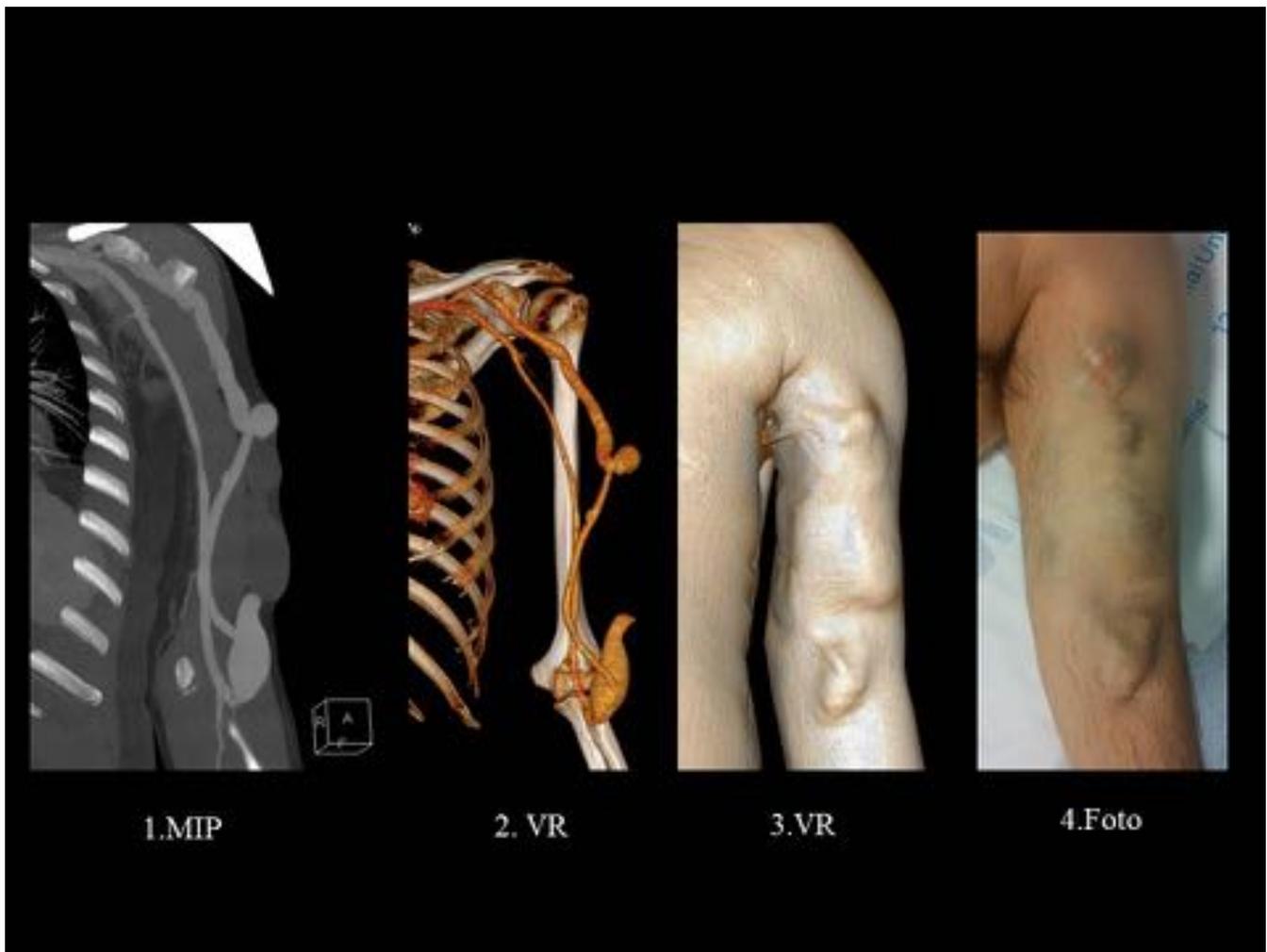
**Fig. 19:** Pseudoaneurisma en vena cefálica. FAV nativa húmero-cefálica, con pseudoaneurisma dependiente de vena cefálica en zona de punción. En EDC, lesión perivascular con flujo con patrón en “yin-yang” y trombo en su interior (TR). El espectro en la región cercana al punto de comunicación (A) presenta un flujo pulsátil de entrada y salida típico. El espectro en otros puntos muestra un flujo continuo, algo pulsátil que gira alrededor del trombo (B). La arteriografía confirma los hallazgos del Doppler.



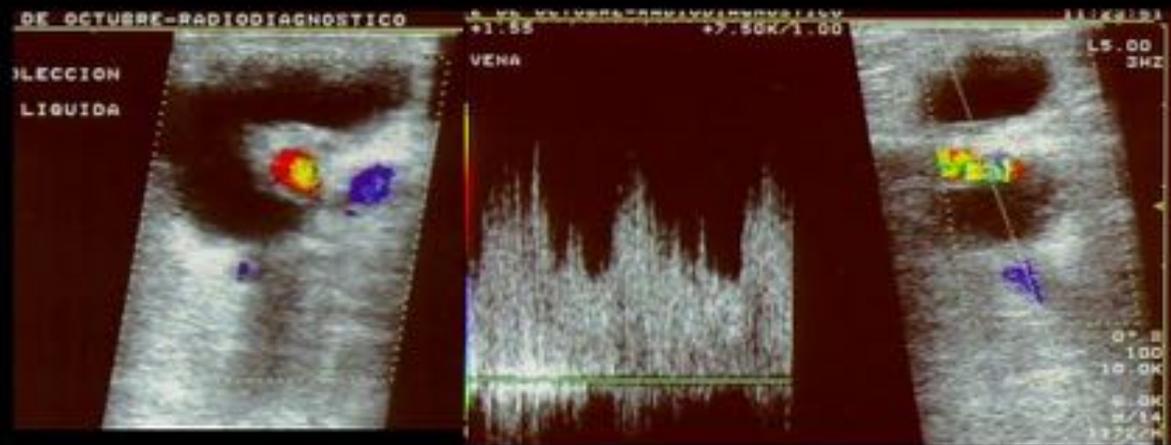
**Fig. 20:** Pseudoaneurisma en anastomosis AV. FAV nativa, con pseudoaneurisma en la anastomosis AV. Observar cómo el pseudoaneurisma tiene flujo en su interior, y se encuentra parcialmente ocupado por un trombo excéntrico.



**Fig. 21:** Aneurismas de vena cefálica. Paciente con fístula húmero-cefálica con dilatación aneurismática de vena cefálica, que requirió interposición de prótesis con anastomosis venovenosas y ligadura de vena cefálica aneurismática. Acude por bultomas próximos a las anastomosis de la prótesis. EDC:dilataciones aneurismáticas de vena cefálica en zona de anastomosis venosas craneal y caudal. Trombosis de vena cefálica aneurismática, previamente ligada, en el segmento entre las 2 anastomosis de la prótesis.

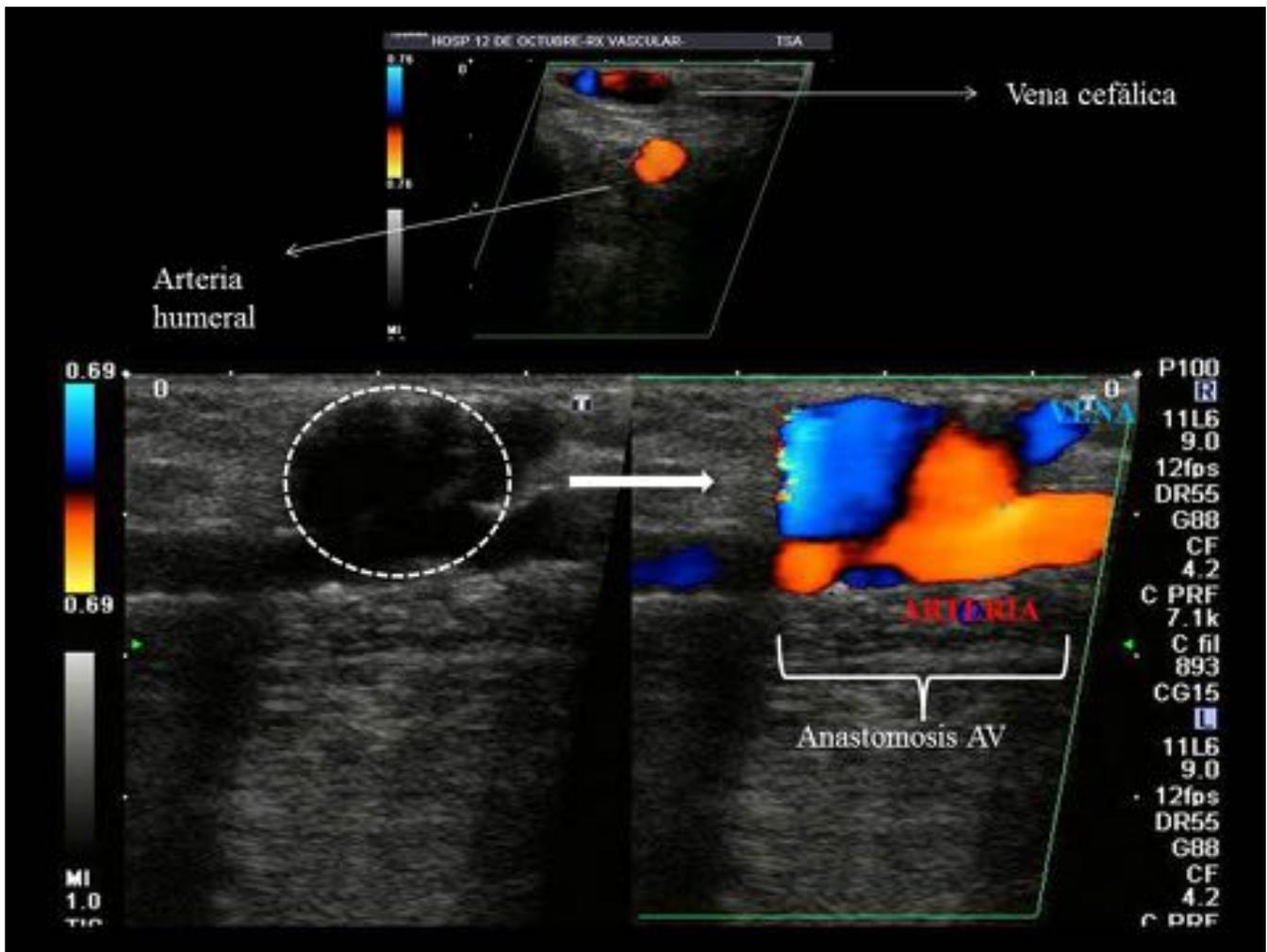


**Fig. 22:** Aneurismas de vena cefálica. Correlación de los hallazgos en angioTC con reconstrucciones MIP (1) y de volumen (2 y 3), y con la fotografía del brazo del paciente (4).

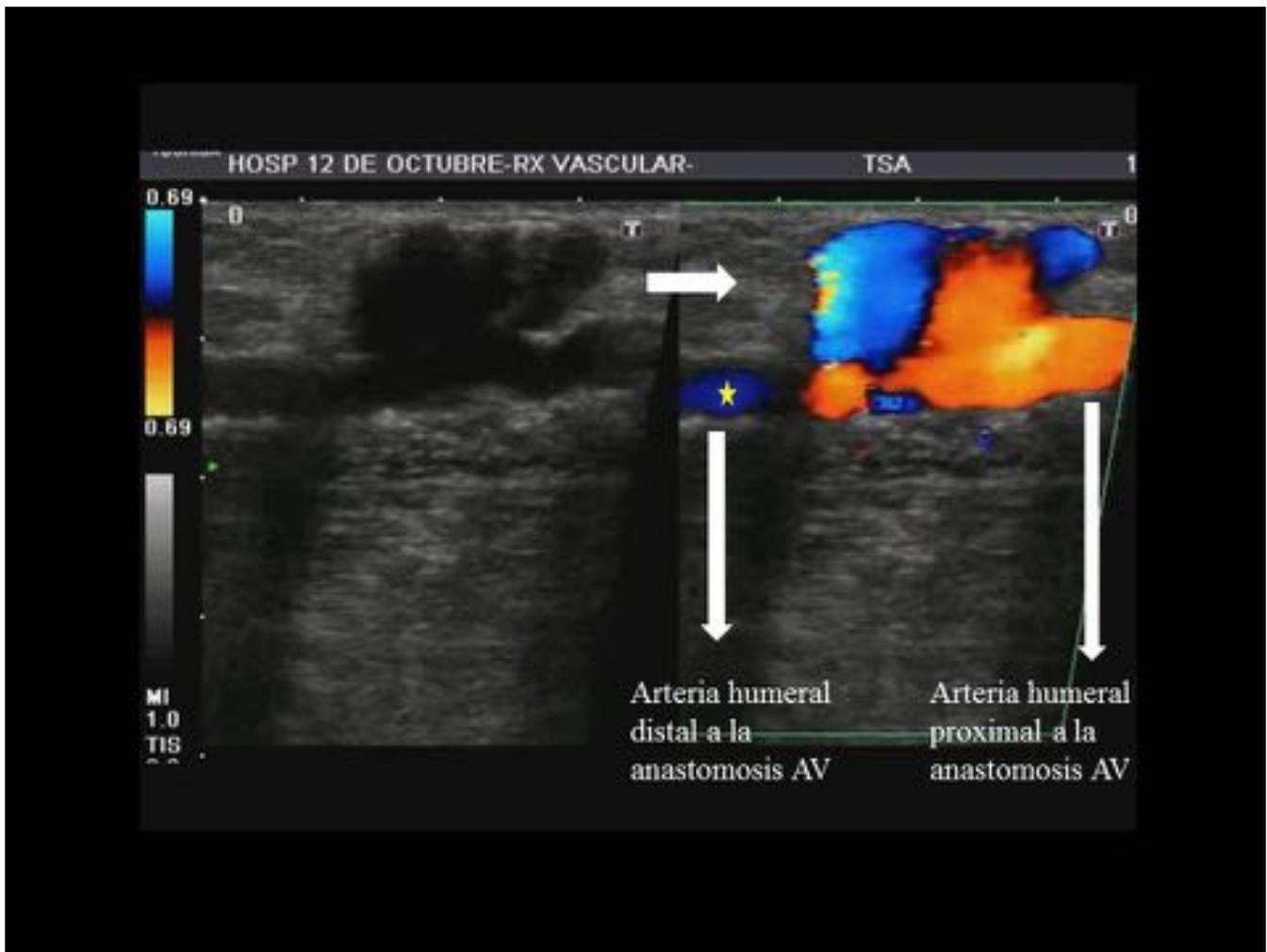


- Colección líquida hipoecoica
- Sin flujo interno
- Alrededor y adyacente a la prótesis

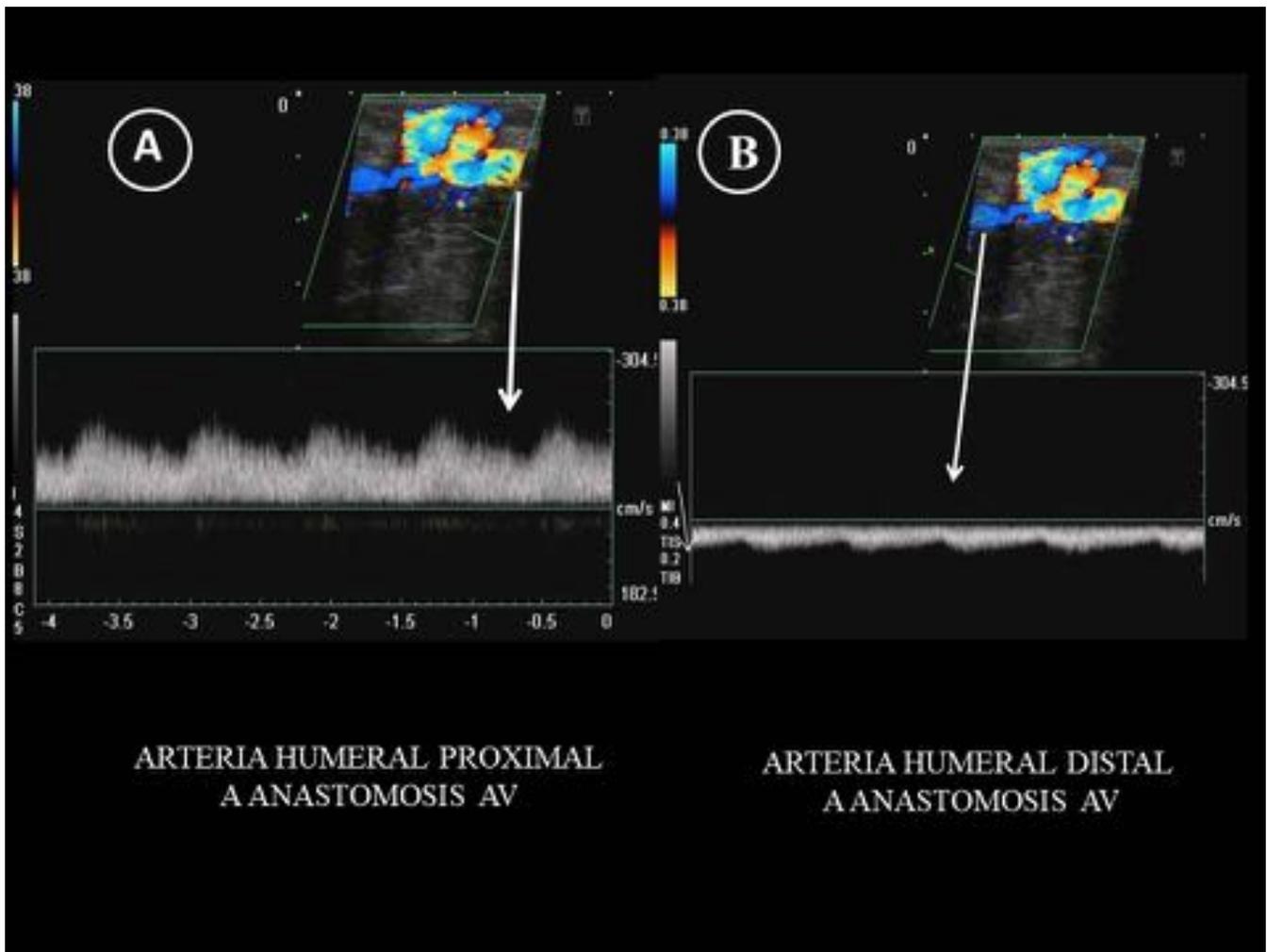
**Fig. 23:** Hematoma periprotésico. Colección líquida hipoecoica sin flujo en su interior que rodea al injerto protésico



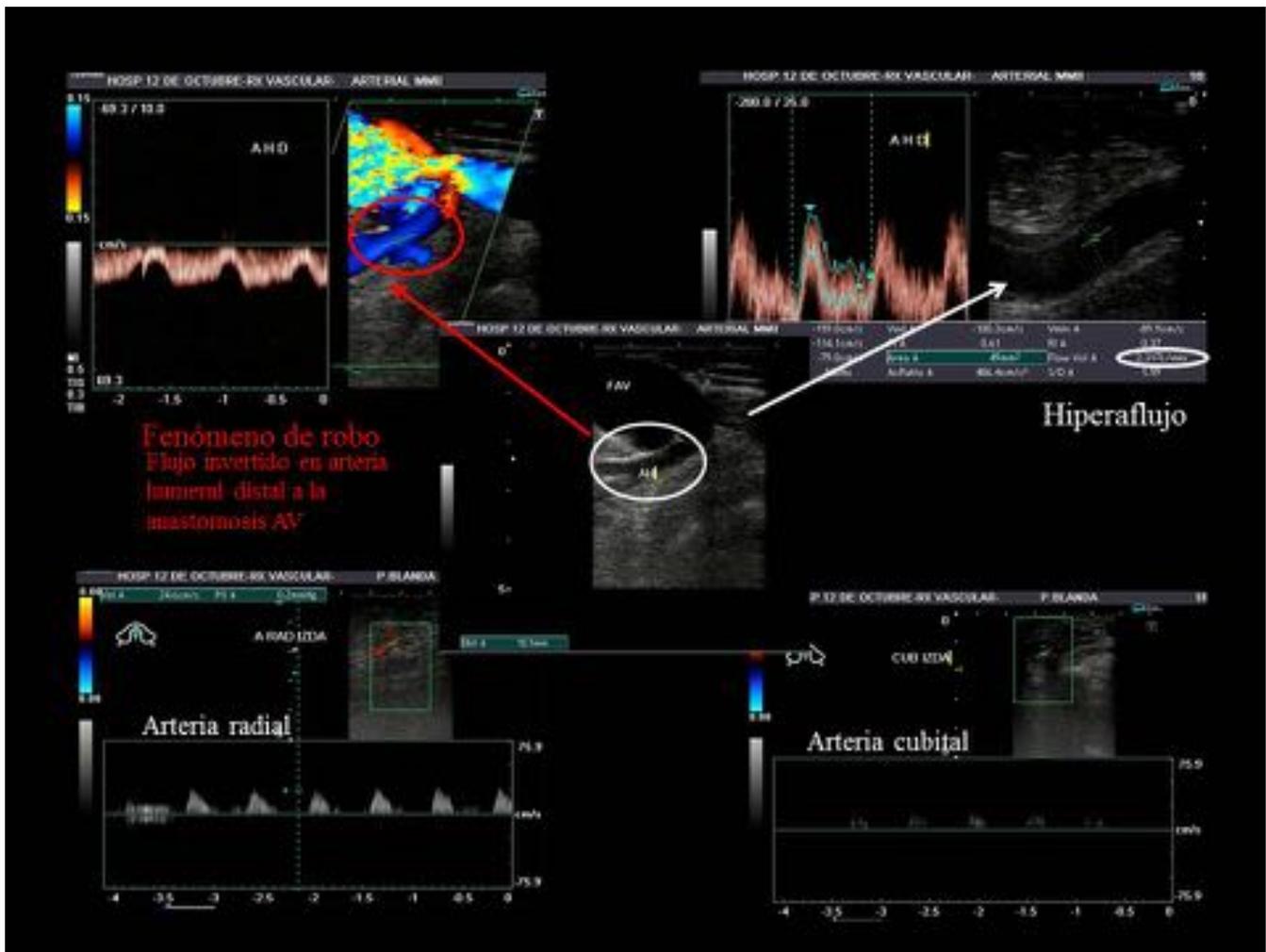
**Fig. 24:** Síndrome de robo. FAV nativa húmero-cefálica en paciente con dolor y frialdad en la mano durante las sesiones de hemodiálisis. EDC que muestra una anastomosis AV muy dilatada.



**Fig. 25:** Síndrome de robo. El volumen de flujo de la fístula era  $> 2$  l/min, compatible con hiperaflujo. Con la ecografía Doppler color, se evidencia un fenómeno de robo, con flujo invertido (retrógrado) en la arteria humeral distal a la anastomosis AV (asterisco) siendo de sentido normal (anterógrado) en la arteria humeral proximal a la anastomosis.



**Fig. 26:** Síndrome de robo. Con el Doppler espectral, se confirma la sospecha de fenómeno de robo, ya que se observa el flujo invertido (retrogrado) en la arteria humeral distal a la anastomosis AV. [A= proximal a la anastomosis AV. B= distal a la anastomosis AV].



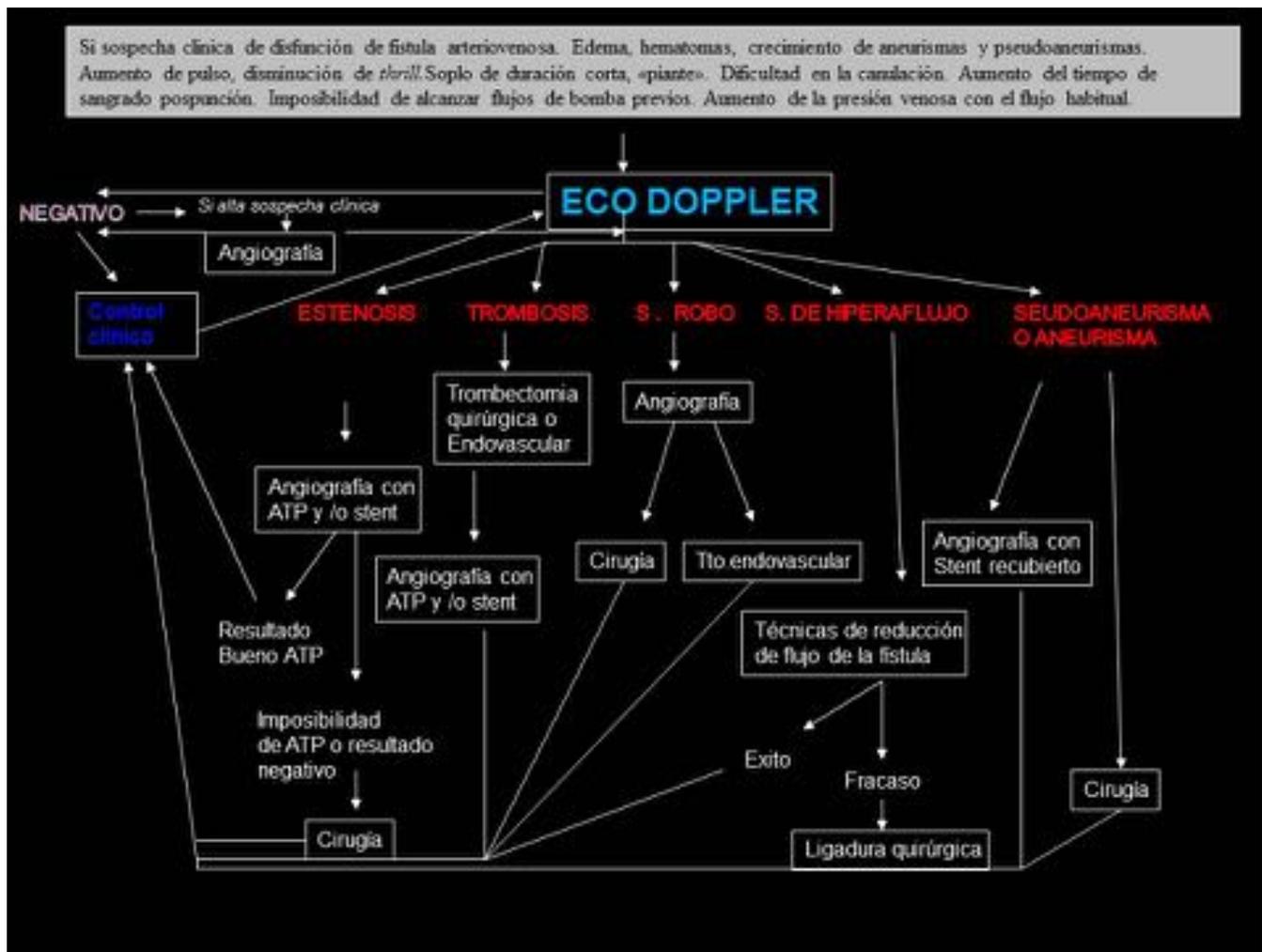
**Fig. 27:** Síndrome de robo. FAV nativa húmero-cefálica izquierda en otro paciente con hiperaflujo (2317 ml/min) y signos de isquemia crónica en la mano. Fenómeno de robo arterial con inversión de la dirección del flujo en la arteria humeral distal a la anastomosis AV. Obsérvese además un flujo de amplitud muy reducida con “parvus” en las arterias cubital y radial en la muñeca (imágenes inferiores).

## Conclusiones

La ecografía Doppler se ha convertido hoy en día en el método de elección para la creación, el seguimiento, y la detección de las posibles complicaciones de los accesos vasculares periféricos, permitiendo el diagnóstico y orientación del paciente, evitando angiografías diagnósticas innecesarias y convirtiéndolas, en muchos casos, en terapéuticas, facilitando al radiólogo vascular el acceso idóneo antes de la intervención (acceso arterial o venoso, anterógrado o retrógrado). La implantación de un protocolo de seguimiento del acceso vascular periférico en el Hospital, en colaboración con los servicios de Nefrología y Cirugía Vascular, es imprescindible para conseguir un mejor resultado de la técnica.

[Fig. 28](#)

Imágenes en esta sección:



**Fig. 28:** Protocolo de seguimiento de Acceso Vasculare de Hemodiálisis disfuncionante con Eco Doppler. Hospital Universitario 12 de Octubre. -Dr. Sánchez Guerrero, Dr. Núñez Alonso: Servicio de Radiodiagnóstico. Unidad de Radiología Vasculare Intervencionista. -Dr. Enrique Morales, Dr. Eduardo Gutiérrez: Servicio de Nefrología.

## Bibliografía / Referencias

- Otero González A, De Francisco A, Gayoso P, García F. Prevalencia de la insuficiencia renal crónica en España: Resultados del estudio EPIRCE. *Nefrología*.2010;30:78-86
- Moreno Sánchez T, Martín Hervás C, Sola Martínez E, Moreno Rodríguez F. Valor de la ecografía doppler en la disfunción de los accesos vasculares periféricos para hemodiálisis. *Radiología* 2014; 56(5): 420-428.
- Wiese P, Nonnast-Daniel B. Colour Doppler ultrasound in dialysis access. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 1956-1963.
- Finlay DE, Longley DG, Foshager MC, Letourneau JG. Duplex and Color Doppler Sonography of Hemodialysis Arteriovenous Fistulas and Grafts. *RadioGraphics* 1993; 13: 983-999.
- Tordoir J, Canaud B, Haage P, Konner K, Basci A, Fouque D, et al. EBPg on Vascular Access. *Nephrol Dial Transplant* 2007; 22 [Suppl 2]: ii88- ii117. doi:10.1093/ndt/gfm021

6. Ahearn D, Maher J. Heart failure as a complication of haemodialysis arteriovenous fistula. *Ann Intern Med* 1972; 77: 201.
7. Anderson CB, Codd JR, Graff RA, Groce MA, Harter HR, Newton WT. Cardiac failure and upper extremity arteriovenous dialysis fistulas. *Arch Intern Med* 1976; 136: 92.
8. Porter JA, Sharp WV, Walsh EJ. Complications of vascular access in a dialysis population. *Curr Surg* 1985; 42: 37-40.
9. Encyclopedia of diagnostic imaging , Fistula, Hemodialysis, GEERT MALEUX, pag 720
10. Bozoghlanian M, Lall C, Houshyar R, Helm M, Cody ME, Bhargava P, et al. Duplex Doppler Imaging of Dialysis Fistulae and Grafts. *Curr Probl Diagn Radiol* [Internet]. Publicación online: 20 de julio de 2015 [citado 1 de marzo 2016]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1067/j.cpradiol.2015.06.003>
11. Visciano B, Riccio E, De Falco V, Musumeci A, Capuano I, Memoli A, et al. Complications of native arteriovenous fistula: the role of color Doppler ultrasonography. *Ther Apher Dial*. 2014; 18(2):155-61. doi: 10.1111/1744-9987.12073. Epub 2013 Aug 28.