

# Algoritmo diagnóstico de patología vascular de troncos supraaórticos mediante ecografía Doppler de arterias vertebrales

Javier Cuetos Fernández, Luis Eduardo Barrios  
Liconá, Gorka Gabilondo Rikondo, María Leturia  
Etxeberria, María Gredilla Saénz, Alberto Serdio  
Mier.

Hospital Universitario Donostia.



# Objetivo docente

Mediante esta presentación se pretende revisar los diferentes patrones de ondas Doppler que se pueden apreciar en las arterias vertebrales y correlacionarlos con las diversas situaciones hemodinámicas y patológicas que pueden traducir.

Se desea enfatizar en la importancia de una correcta técnica que aumente la fiabilidad y reproducibilidad de esta exploración.



# Revisión del tema

## 1. Introducción

La ultrasonografía de los troncos supraaórticos es un estudio de imagen habitual para el diagnóstico de la patología carotídea.

Sin embargo, existen numerosos factores que pueden interferir con una correcta obtención de imágenes y posterior interpretación de las mismas.

Algunos de los retos que dificultan la consistencia de la prueba son la pobreza en la técnica Doppler, la inexperiencia en interpretación de los cambios hemodinámicos reflejados en la onda Doppler, los artefactos o los retos físicos entre otros.



## 2. Anatomía:

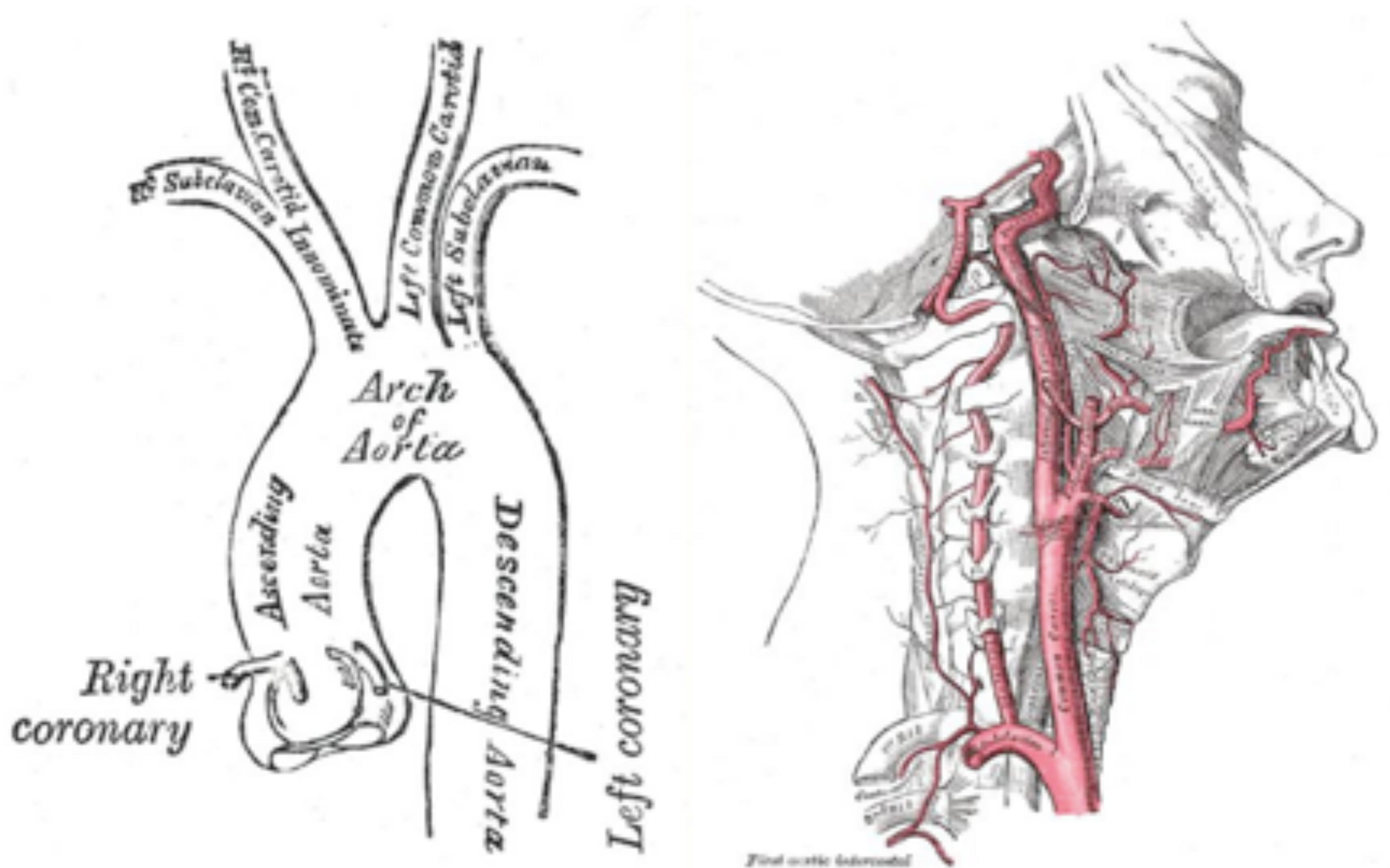
Para un correcto desempeño de esta técnica es fundamental el dominio de la anatomía.

La arteria carótida común (ACC) se origina desde el arco aórtico en el lado izquierdo y del tronco braquicefálico en el derecho.

Discurre por detrás de la articulación esternoclavicular y lateral a tiroides y tráquea.

Vasculariza cabeza y cuello y termina en la bifurcación carotídea.

Fig. 1. Representación de la vascularización arterial del cuello.



Referencia: Arteries of the neck – Gray's anatomy illustration



La arteria carótida externa (ACE) es una de las dos ramas terminales de la ACC.

Discurre por debajo de la glándula submaxilar y atraviesa la parótida.

Da numerosas ramas a lo largo de su trayecto por el cuello y termina dando dos ramas terminales, la arteria maxilar interna y la temporal superficial.

La arteria carótida interna (ACI) es la otra rama terminal de la ACC.

Normalmente se origina a la altura de C3-C5 aunque es muy variable.

La ACI se hace intracraneal a través del conducto carotídeo, donde sufre giros de 90º que le llevan a terminar como arteria cerebrales media y anterior.

En su segmento extracraneal no da ramas.



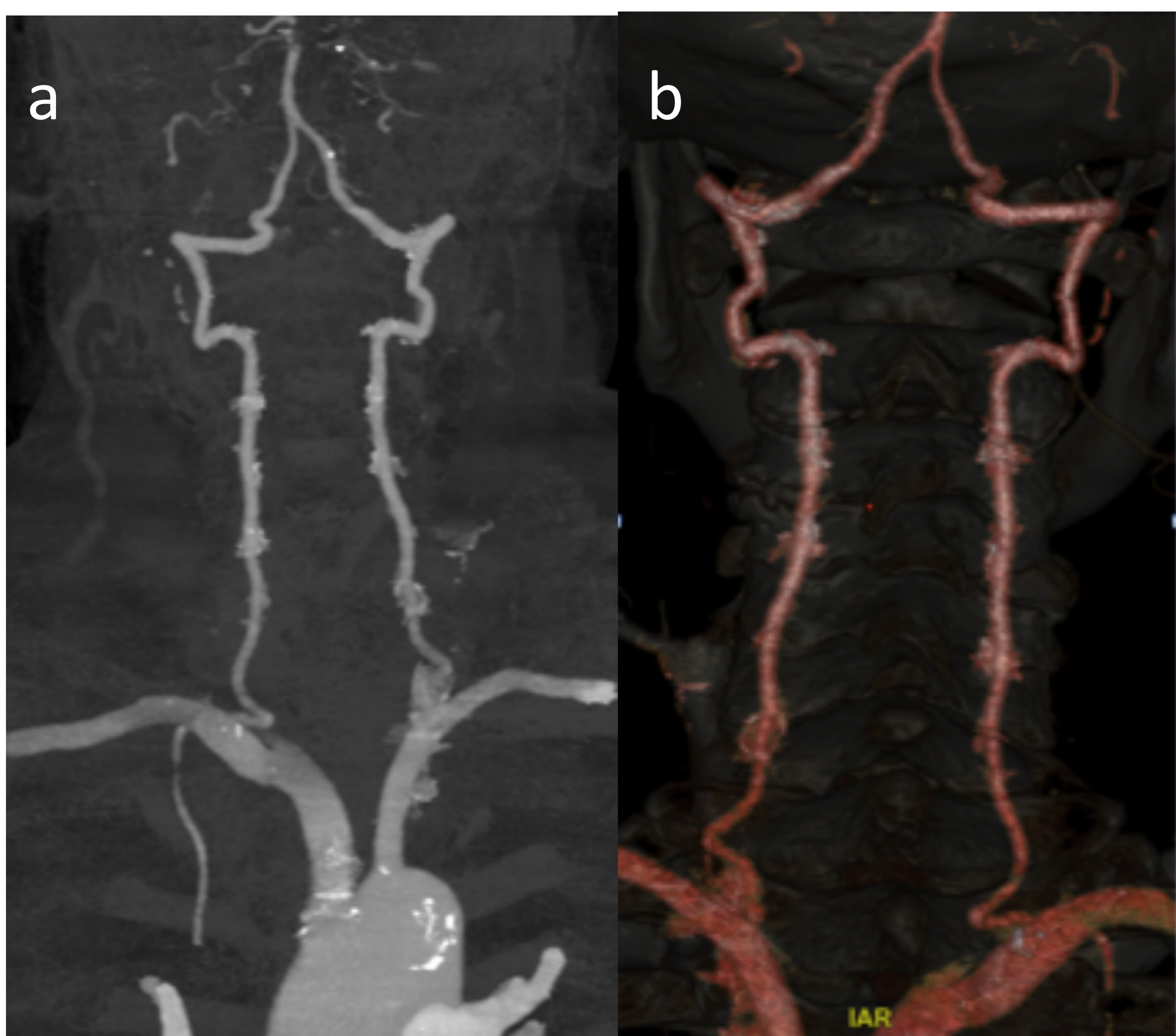
Las arterias vertebrales (AV) son un par de arterias, cada una de las cuales se origina en la arteria subclavia respectiva y asciende en el cuello para suministrar sangre a la fosa posterior, lóbulos occipitales, vértebras y médula espinal.

Asciende por detrás de la ACI, por el foramen transverso de las vértebras cervicales.

Origina la arteria cerebelosa posteroinferior (PICA), tras lo cual, las vertebrales de ambos lados se unen para formar la arteria basilar.

Se trata de un sistema que en última instancia se comunica con el sistema carotídeo a través de arteria basilar, cerebral posterior y polígono de Willis.

Fig. 3. Reconstrucciones coronales en VR (a) y 3D (b) de sistema vertebro basilar observando el origen en subclavias y la unión de ambas arterias vertebrales para formar la basilar.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital universitario Donostia.



### 3. Técnica:

La exploración ha de realizarse idealmente con el paciente en decúbito supino o semisupino con la cabeza ligeramente hiperextendida y rotada 45° hacia el lado contrario a la exploración.

Se emplearán sondas lineales de alta frecuencia (>7 MHz) para la identificación de placas y la caracterización del complejo íntima-media; mientras que para la exploración Doppler se recomienda usar sondas lineales de frecuencias más bajas (<7 MHz).

Se debería estudiar la localización, extensión y características de las placas ateroscleróticas en ACC y ACI en modo B.

Se ha de intentar ver en el máximo recorrido posible todos los vasos. Se ha de introducir el modo Doppler color para identificar áreas con flujo anómalo y en ellas desplegar la onda Doppler. Además de en estas zonas, la velocidad mediante onda Doppler debería medirse en tercio medio de ACC y ACI cerca de la bifurcación.

Además se ha de visualizar tanto la ACE como la AV. Obteniendo de esta última imágenes tanto en modo B, como de Doppler color y de onda Doppler para descartar un posible robo de subclavia.



Fig. 4. esquema que recoge los parámetros que se han de evaluar en una exploración rutinaria de troncos supraaórticos mediante ecografía.

Patient's Name: ..... Patient's ID: .....  
 Examination Date: ..... Clinical Indication: .....  
 Sonographer: .....

Normal flow ↑  
 Partial steal ↓  
 Full steal ↓  
 No flow

RT VA      RT CCA      LT CCA      LT VA

| RIGHT               |     | Doppler angle (θ) | LEFT                |     | Doppler angle (θ) |
|---------------------|-----|-------------------|---------------------|-----|-------------------|
| CCA-PSV (cm/sec)    |     |                   | CCA-PSV (cm/sec)    |     |                   |
| ICA (cm/sec)        | PSV |                   | ICA (cm/sec)        | PSV |                   |
|                     | EDV |                   |                     | EDV |                   |
| ICA/CCA (PSV ratio) |     | N/A               | ICA/CCA (PSV ratio) |     | N/A               |

Interpretation:

Radiologist, MD

Reference: Sonographic examination of the carotid arteries, Hamid R. Tahmasebpour, Anne R. Buckley, Peter L. Cooperberg, Cathy H. Fix, Nov 1 20015, Radiographics

#### 4. Limitaciones:

Cuello corto, bifurcación carotíde alta, vasos muy tortuosos, traqueotomías, alteraciones postquirúrgicas, imposibilidad del paciente de permanecer en decúbito supino, pacientes no colaboradores, etc.



## 5. Técnica y parámetros óptimos.

### 5.1. Ecuación Doppler

La velocidad del flujo se calcula en función de la siguiente ecuación

Fig. 5. Ecuación Doppler.

$$\Delta F = \frac{2f_0 V \cos\theta}{C}$$

F: cambio de frecuencia

F0: frecuencia ultrasónica transmitida

Theta: ángulo de incidencia del sonido

V: velocidad de los reflectores

C: velocidad ultrasonido en el tejido.

Fig. 6. Ecuación Doppler que refleja que durante una exploración al permanecer constantes la frecuencia ultrasónica transmitida y las velocidades de los ultrasonidos en el tejido, el cambio de frecuencia detectado se debe directamente a cambios o bien en la velocidad de los reflectores o bien en el ángulo de incidencia del sonido. De este parámetro físico deriva la importancia de mantener un ángulo de incidencia adecuado y así asumir, sin error, que el cambio de frecuencia detectado es debido a cambios en la velocidad de los reflectores únicamente.

$$\Delta F = \frac{2f_0 V \cos\theta}{C}$$

Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.



## 5.2. Ángulo Doppler

Acorde a la fórmula anteriormente expuesta, para un ángulo Doppler de  $0^\circ$  el cambio de frecuencia será máximo ya que coseno de 0 es igual a 1.

Por ello, si el ángulo de incidencia es de  $90^\circ$  no se detectará cambio de frecuencia al ser el coseno de 90 igual a 0.

## 5.3. Volumen de la caja de muestra y ángulo de corrección.

El ecógrafo calcula la velocidad en función del cambio de frecuencia tras la reflexión de las ondas en los eritrocitos dentro del volumen de la caja de muestra.

En la mayoría de las ocasiones existirá cierta incertidumbre respecto a este cálculo, sin embargo, para ángulos Doppler pequeños ( $<50^\circ$ ) esta incertidumbre es despreciable.

Por el contrario, si el ángulo Doppler que precisamos se va haciendo mayor ( $>50^\circ$ ) se vuelve crucial un correcto posicionamiento del ángulo del cursor para evitar grandes errores en las velocidades estimadas..

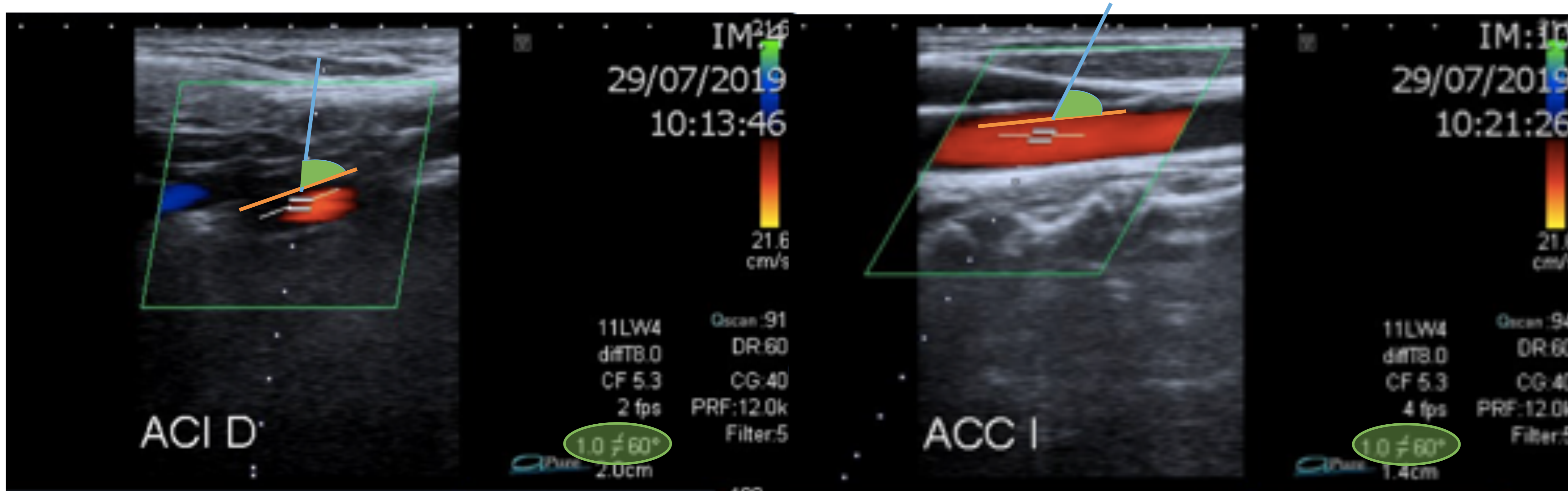
El ángulo Doppler jamás debe exceder los  $60^\circ$  y el óptimo se sitúa entre los  $40^\circ - 50^\circ$ .

El posicionamiento óptimo de la caja de volumen es en el centro de la luz paralelo a la pared del vaso. En los vasos con algún tipo de anomalía la caja debería posicionarse paralela al flujo de sangre.

En ausencia de placas ateromatosas la caja de volumen de muestra no debería colocarse en las curvas cerradas de una arteria tortuosa ya que esto podría provocar una lectura de velocidad falsamente aumentada



Fig. 7. Correcto posicionamiento de ángulo de cursor con ángulo Doppler  $< 60^\circ$  (ángulo marcado en verde). El ángulo se forma entre la superficie del vaso (línea naranja) y el ángulo con el que inciden los ultrasonidos (línea azul). Volumen de muestra en medio de la luz, paralelo a la pared del vaso y el flujo sanguíneo.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.

### 5.5. Ensanchamiento espectral

Este fenómeno es el resultado de un flujo sanguíneo turbulento. Aún así, también puede falsamente aparecer el ensanchamiento espectral debido a un ángulo Doppler excesivamente aumentado, un aumento del volumen de la caja de muestra ( $>3.5$  mm), al posicionamiento de la misma demasiado próximo a la pared del vaso o a un ajuste de ganancia doppler demasiado alto.

Fig. 8. Ensanchamiento espectral debido a flujo turbulento observado en arteria carótida interna de un paciente con ateromatosis calcificada en bulbo carotídeo que condicionaba estenosis moderada de arteria carótida interna



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.



## 6. Hallazgos

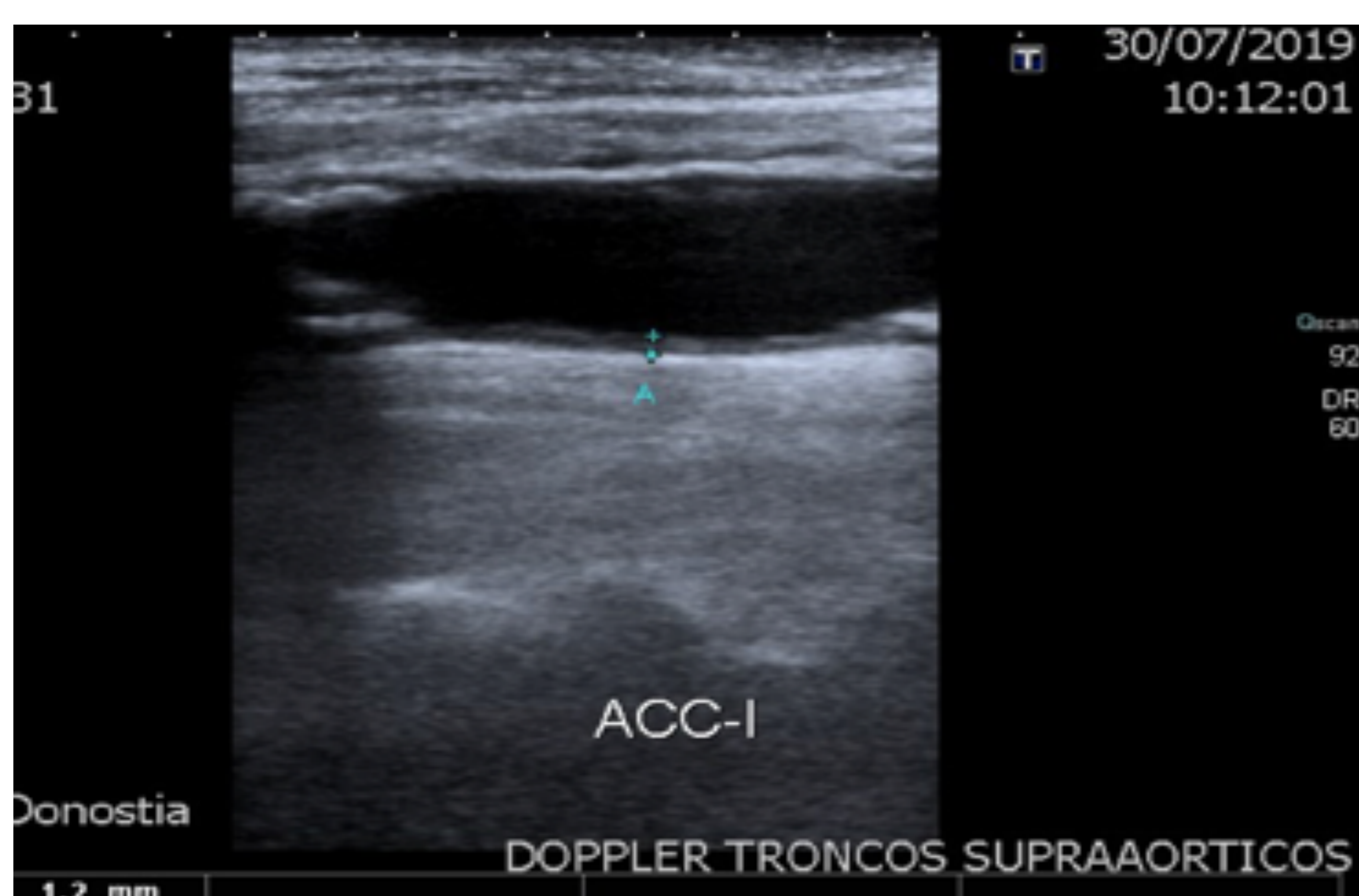
Existen numerosos parámetros que se han de estudiar y describir a la hora de realizar un diagnóstico por ECO de patología aterosclerótica carotídea extracraneal.

### 6.1. Grosor íntima-media.

Se cree que el aumento del grosor del complejo íntima media en la arteria carótida común se relaciona con factores de riesgo de accidente cerebrovascular.

El grosor en la bifurcación y la presencia de placas de ateroma, por el contrario, parece estar más relacionado con el riesgo cardiovascular. También se ha descrito el progresivo engrosamiento de estas capas con la edad. Un grosor inferior a 1 mm se considera normal.

Fig. 9. Paciente con placas de ateroma calcificadas en bifurcación carotídea y grosor de complejo íntima media de ACC de aproximadamente 1,2 mm.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.



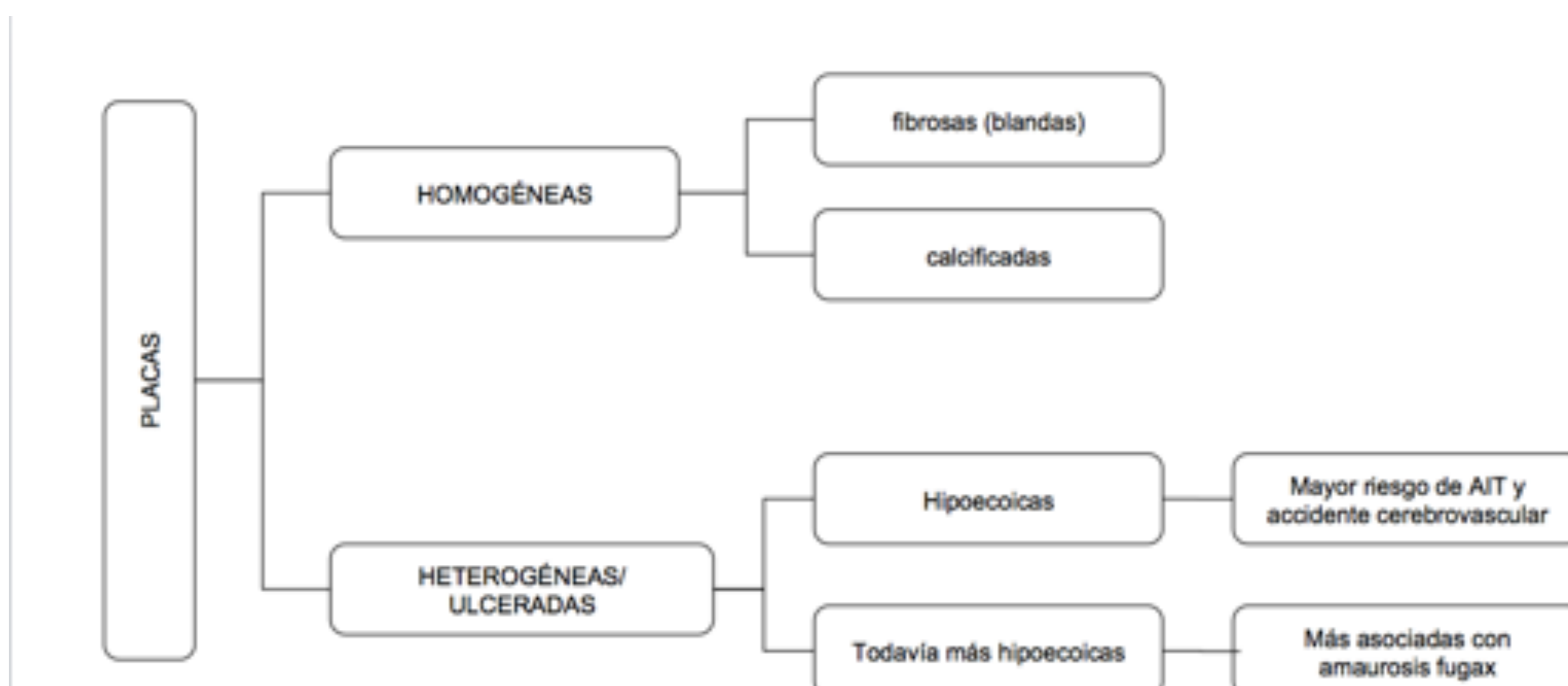
## 6.2. Morfología de la placa.

Uno de los componentes más importantes de la exploración es la correcta definición de la localización, características internas y detalles de superficie de las placas de ateroma visualizadas.

En un abordaje inicial, la placa puede ser clasificada como homogénea o heterogénea. Las placas homogéneas se caracterizan por tener una arquitectura interna uniforme y un contorno liso y a su vez pueden dividirse en blandas (fibrosas) y duras (calcificadas). Las placas heterogéneas y las ulceradas son más inestables y friables con el potencial riesgo de ataque isquémico transitorio y de accidentes cerebrovasculares que esto conlleva. Por lo general estas placas sintomáticas presentan mayor cantidad de lípidos, áreas de hemorragia intrapaca y menor componente cálcico, todo ello les confiere un aspecto más hipoecoico en la exploración mediante ecografía.

Por su parte las placas que se han asociado en mayor medida con los episodios de amaurosis fugax parecen ser incluso más hipoecoicas que aquellas causantes de accidentes cerebrovasculares o accidentes isquémicos transitorios.

Fig. 10. Clasificación de tipo de placa en función de su morfología mediante ecografía y los riesgos más frecuentemente asociados a cada una.

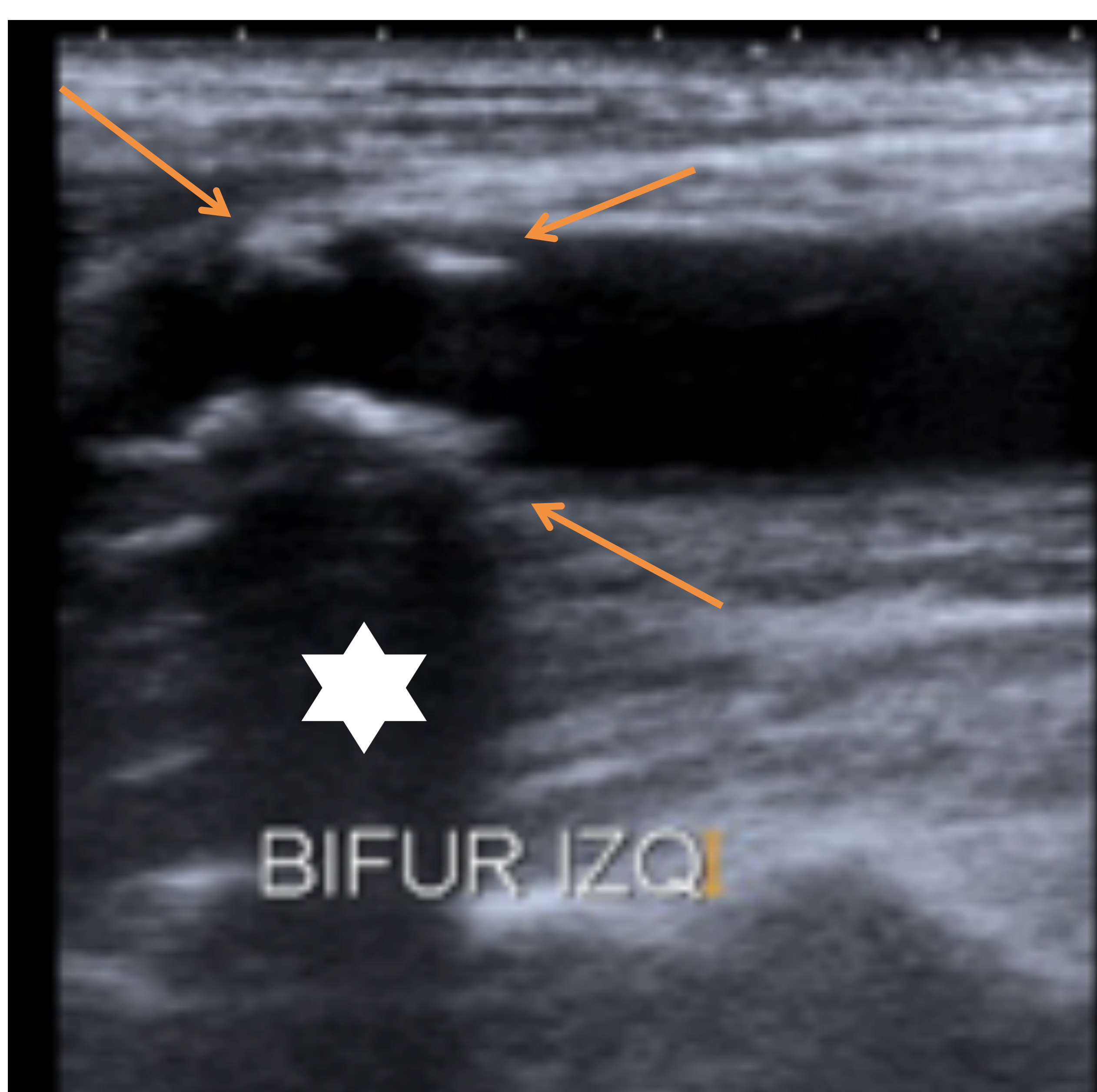


Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia



Las placas ulceradas pueden detectarse demostrando un flujo arremolinado dentro de las depresiones de la placa la detección de flujo dentro de la placa mediante el Doppler color debe diferenciarse de los artefactos que pueden producirse debido a una alta ganancia de color, al movimiento o el denominado “twinkle artifact” (artefacto de centelleo). Este se produce al incidir el haz de ultrasonidos en una superficie rugosa como pueden ser los depósitos de colesterol en una placa dura. Este fenómeno es independiente de la escala de velocidad del color y del ciclo cardiaco. Es por ello que aumentando la escala de velocidad de color no se verá modificado, a diferencia del flujo real que puede existir en una placa ulcerada, el cual desaparecería. Este es un método fácil que nos permite diferenciar entre el color artificial que se produce por los depósitos de colesterol y el verdadero flujo dentro de la placa ulcerada.

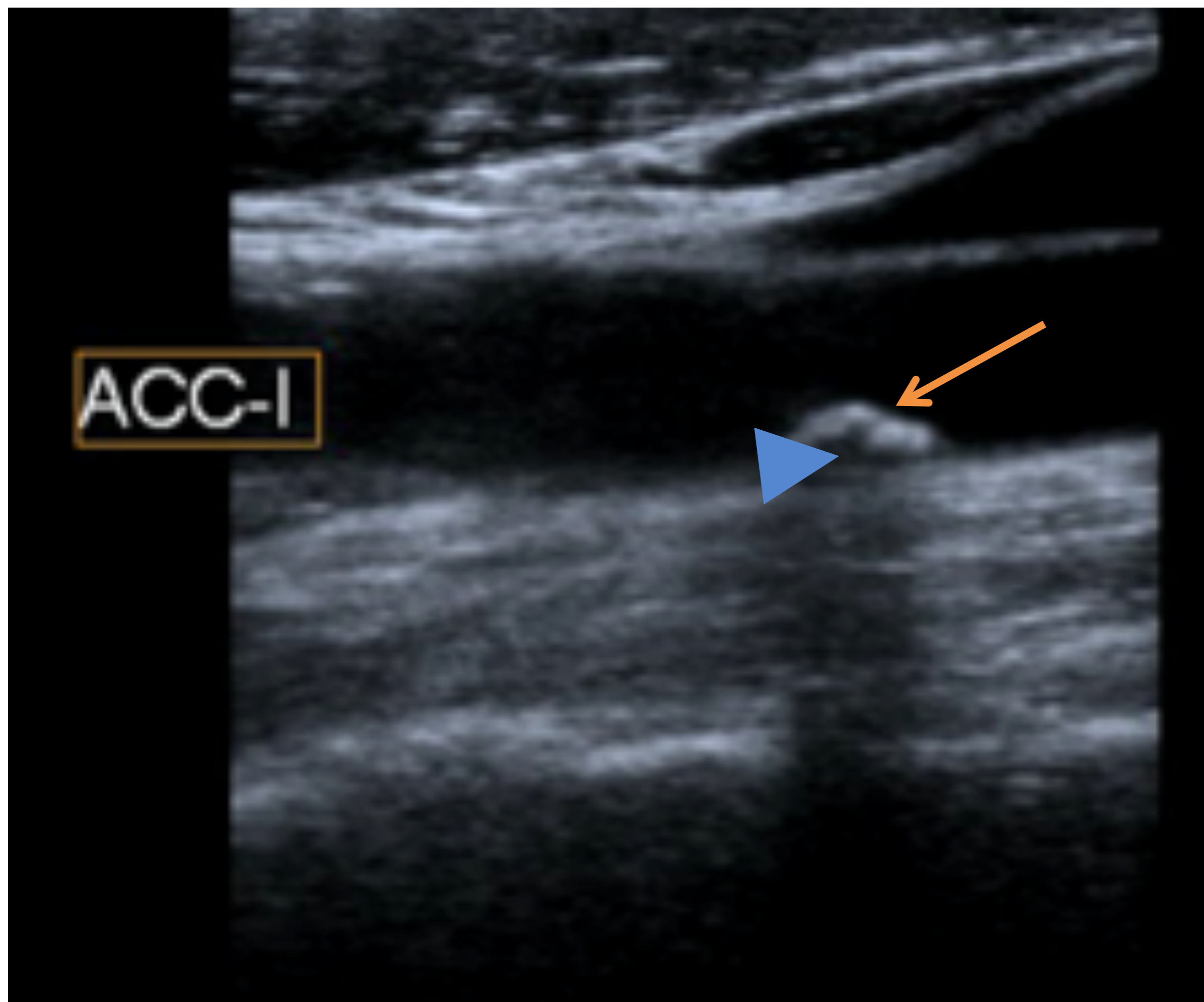
Fig.11. Imagen que muestra corte longitudinal de ACC izquierda a nivel de bifurcación con múltiples placas homogéneas duras calcificadas (flechas naranjas) con artefacto de sombra posterior (asterisco blanco).



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.



Fig. 12. Corte longitudinal de ACC izquierda que muestra placa de aspecto heterogéneo, con contenido cálcico (flecha naranja) e imágenes hipodensas (punta de flecha azul) que podrían corresponder con hemorragia intraplaca en arteria carótida común izquierda.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia

### 6.3. Estenosis de arteria carótida común y de carótida interna

El Doppler pulsado y la presencia de placas de ateroma en el modo B son parámetros fundamentales a la hora del diagnóstico y clasificación de la estenosis de la ACI. En caso de no poder medir estos parámetros principales, se ha de recurrir a parámetros secundarios para tratar de establecer el grado de estenosis.

#### 6.3.1 Limitaciones

Una diferencia de flujo entre un lado y otro superior a 20 cm/s implica flujo asimétrico. Este hallazgo puede ser consecuencia de una estenosis proximal, lesiones en tándem, disecciones, obstrucciones distales o ser un hallazgo normal.



Es útil conocer que el flujo normal en ACC suele ser >45cm/s. Un flujo elevado (>135 cm/s) puede ser secundario a un estado hipertensivo o debido a un elevado gasto cardiaco en atletas jóvenes. Por el contrario, flujos anormalmente disminuidos de manera bilateral (<45 cm/s) suelen ser debidos a estados de bajo gasto cardiaco como cardiomiopatías, valvulopatías o infartos de miocardio extensos.

Las arritmias pueden suponer otra limitación importante al verse los flujos muy disminuidos si se miden tras un latido precoz y muy elevados si la medición se toma tras un latido compensatorio. El parámetro que más se afecta en estos casos es la velocidad pico sistólica (VPS), por ello en pacientes arrítmicos se ha de tratar de medir las velocidades de flujo tras un latido normal.

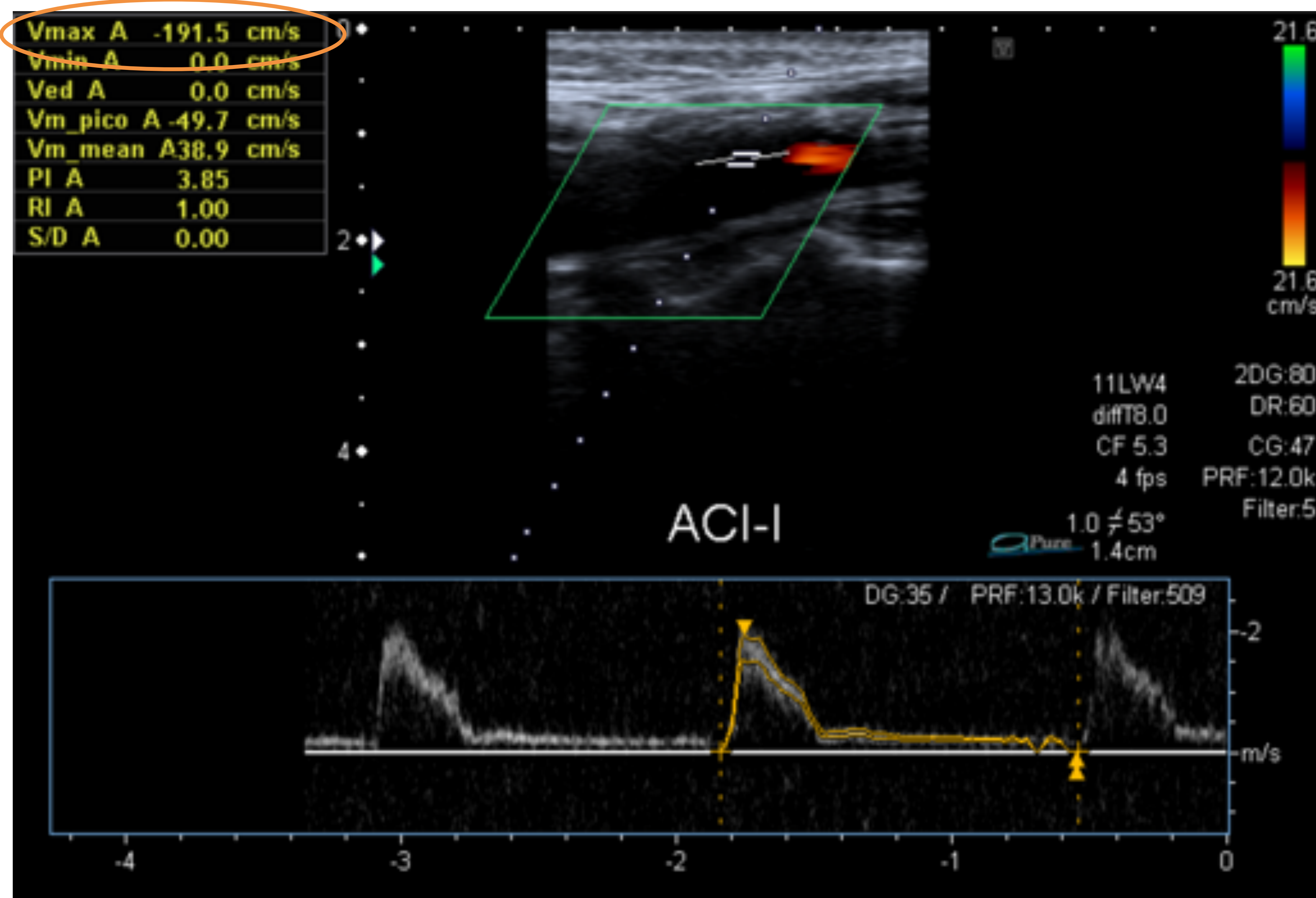
Fig 13. Clasificación del grado de estenosis de arteria carótida interna en función de los hallazgos ecográficos.

| Degree of Stenosis (%)           | Primary Parameters         |                              | Additional Parameters* |                  |
|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|------------------|
|                                  | ICA PSV (cm/sec)           | Degree of Plaque† (%)        | ICA/CCA PSV Ratio      | ICA EDV (cm/sec) |
| Normal                           | <125                       | None                         | <2.0                   | <40              |
| <50                              | <125                       | <50                          | <2.0                   | <40              |
| 50-69                            | 125-230                    | ≥50                          | 2.0-4.0                | 40-100           |
| ≥70 but less than near occlusion | >230                       | ≥50                          | >4.0                   | >100             |
| Near occlusion                   | High, low, or undetectable | Visible                      | Variable               | Variable         |
| Total occlusion                  | Undetectable               | Visible, no detectable lumen | NA                     | NA               |

Referencia: Grant EG, Benson CB, Moneta GL, et al. Carotidartery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis—Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. Ultrasound Q 2003;19(4):190-198



Fig. 14. Exploración de arteria carótida interna izquierda en paciente con placa de ateroma calcificada en la bifurcación (no mostrada) y aumento de los parámetro velocimétricos (círculo naranja) compatibles con estenosis entre el 50 – 69 %.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.

#### 6.4. Oclusión casi total y total de arteria carótida interna.

Pese a la aparente sutil diferencia entre estos dos términos, la importancia clínica es vital, ya que en aquellos pacientes con oclusión casi total de ACI se podría plantear un tratamiento quirúrgico, los pacientes con oclusión total no son candidatos.

Mediante una buena exploración la cantidad de falsos positivos debidos a la falta de detección de flujo puede reducirse pero no evitarse (otras técnicas de imagen como la angiografía o el angioTC pueden ser de utilidad a la hora de diferenciar entre estas dos entidades).

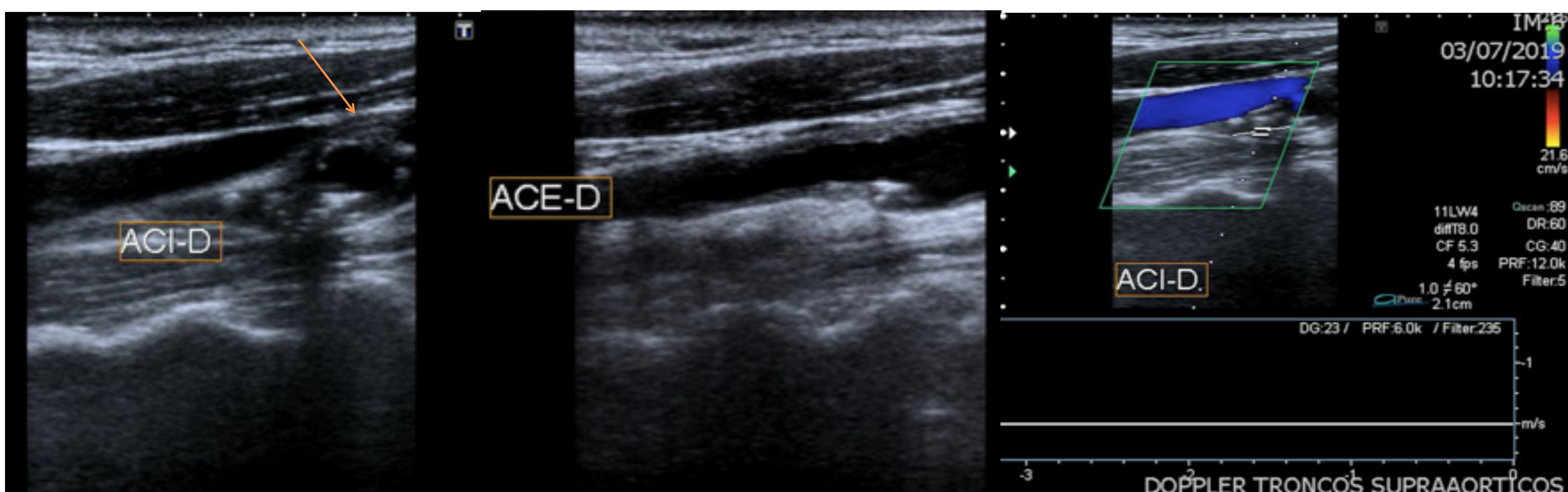


El signo característico de una oclusión total es el “string sign” (objetivar únicamente una fina línea de flujo próximo a una estenosis) o el “trickle flow” (flujo de goteo intermitente debido a una estenosis) en el modo Doppler color.

Cuando únicamente se identifica un vaso tras la bifurcación carotídea es vital saber si se trata de la ACE o ACI. El valor aislado más fiables es la visualización de ramas en el cuello, lo cual confirmaría que se trata de la ACE. Se puede también presionar la arteria temporal y ver si vemos flujo retrógrado, lo cual también indicaría que se trata de ACE; sin embargo no es tan fiable ya que también puede observarse flujo retrógrado en la ACI y ACC.

En una oclusión total de ICA, hay un flujo característico "to-and-from" en el punto de oclusión conocido como "thud flow" en el Doppler color y Doppler PW. Otros hallazgos son la visualización directa de un trombo en modo B, ausencia de flujo en Doppler color y flujo de alta resistencia y amortiguado en el ACC.

Fig. 15. Paciente con oclusión total de ACI con imagen de placa en bifurcación carotídea (flecha naranja) y ausencia de flujo en Doppler color y Doppler pulsado.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.



En la oclusión total o casi total de la ACC, , puede ocurrir una inversión de la dirección del flujo en la ACE mediante el reclutamiento colateral hacia la ACI (internalización de la ACE). Este ajuste puede propiciar bajas velocidades, lo que puede requerir cambiar los ajustes de velocidad para detectar el flujo.

### 6.5 Estenosis de arteria carótida externa.

Una estenosis de la ACE aislada no debería producir clínica. Sin embargo, en pacientes con estenosis/oclusión de ACI y sintomatología recurrente, la ACE se vuelve relevante hasta llegar a considerar una posible revascularización de la misma.

### 6.6 Arteria vertebral y robo de subclavia.

La ecografía carotídea puede mostrar permeabilidad, dirección del flujo sanguíneo y, en cierta medida, el tamaño relativo de las arterias vertebrales derechas e izquierda. La ecografía carótida por el contrario, no es la técnica de elección para demostrar estenosis focales en las arterias vertebrales.

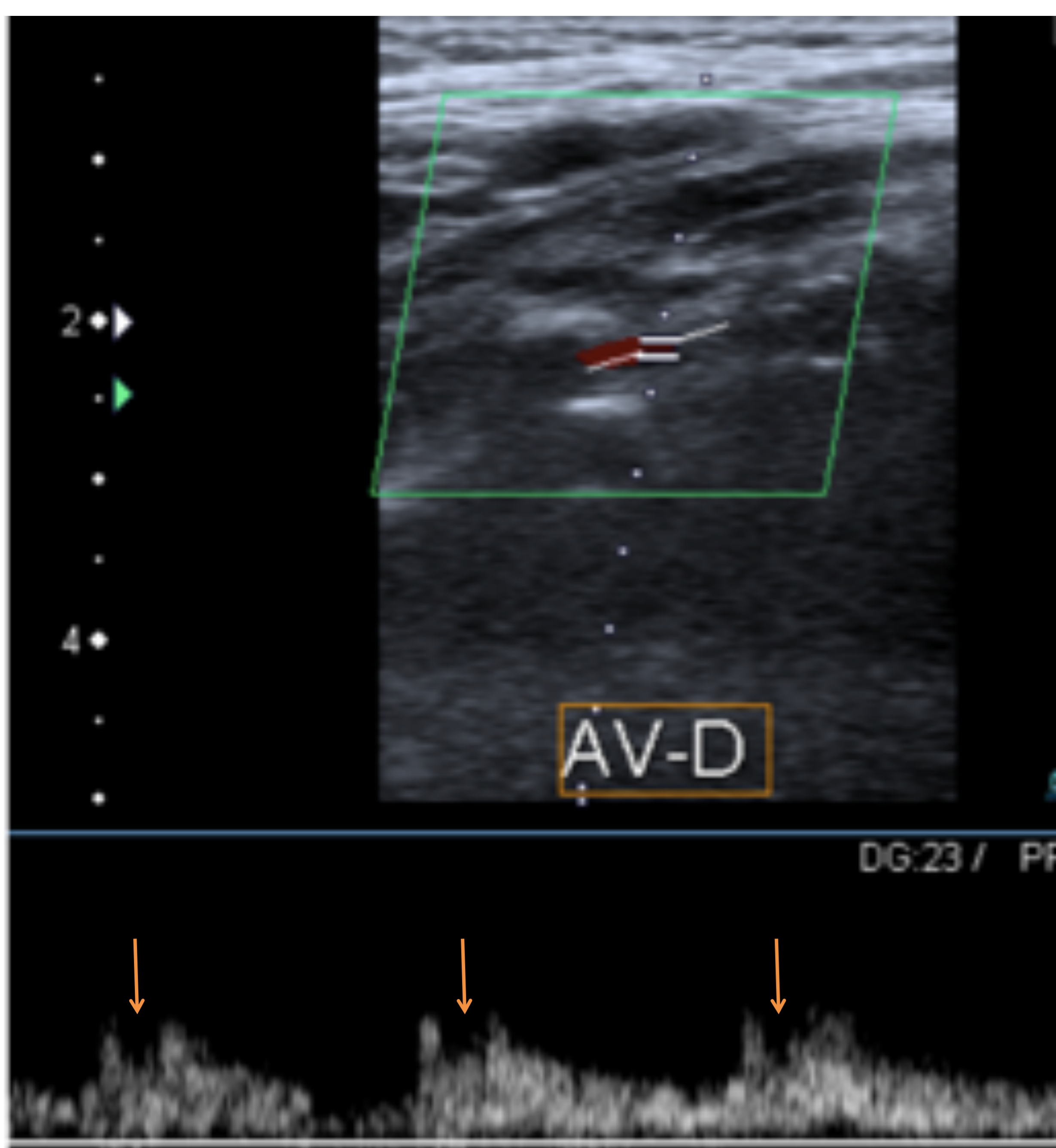
La identificación de la arteria vertebral se logra ubicando la arteria carótida común en una vista sagital y barriendo el transductor lateralmente a los procesos transversales de la columna cervical.



El análisis con Doppler color de la arteria vertebral proporciona la información necesaria para demostrar la presencia de un robo subclavio. Sobre la base de los cambios hemodinámicos en la arteria vertebral, hay tres tipos de robos subclavios: el robo oculto o prerrobo, el robo parcial y el robo total.

El robo oculto de subclavia o prerrobo (mínimos cambios hemodinámicos), se define como aquella situación en la que el flujo en arteria vertebral permanecerá siendo anterógrado pero con una deceleración mesosistólica, que podría evolucionar a una onda de forma más anormal con flujo retrógrado tras la sístole debido a la hiperemia reactiva creada tras solicitar al paciente que ejercite el brazo.

Fig. 16. Ecografía Doppler pulsada de arteria vertebral derecha de un paciente asintomático en el que se observa una onda con deceleración mesosistólica (flechas naranjas) compatible con una situación de prerrobo.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.



La estenosis significativa de la arteria subclavia puede producir un robo parcial. En esta entidad se objetivará en la arteria vertebral ipsilateral a la subclavia estenosada un flujo anterogrado en sístole temprana, retrógrado en meso y tele sístole y enterógrado en diastole. Es únicamente durante la sístole que como consecuencia del aumento de velocidad el gradiente de presión a través de la estenosis llega a ser suficientemente marcado como para ser hemodinámicamente significativo.

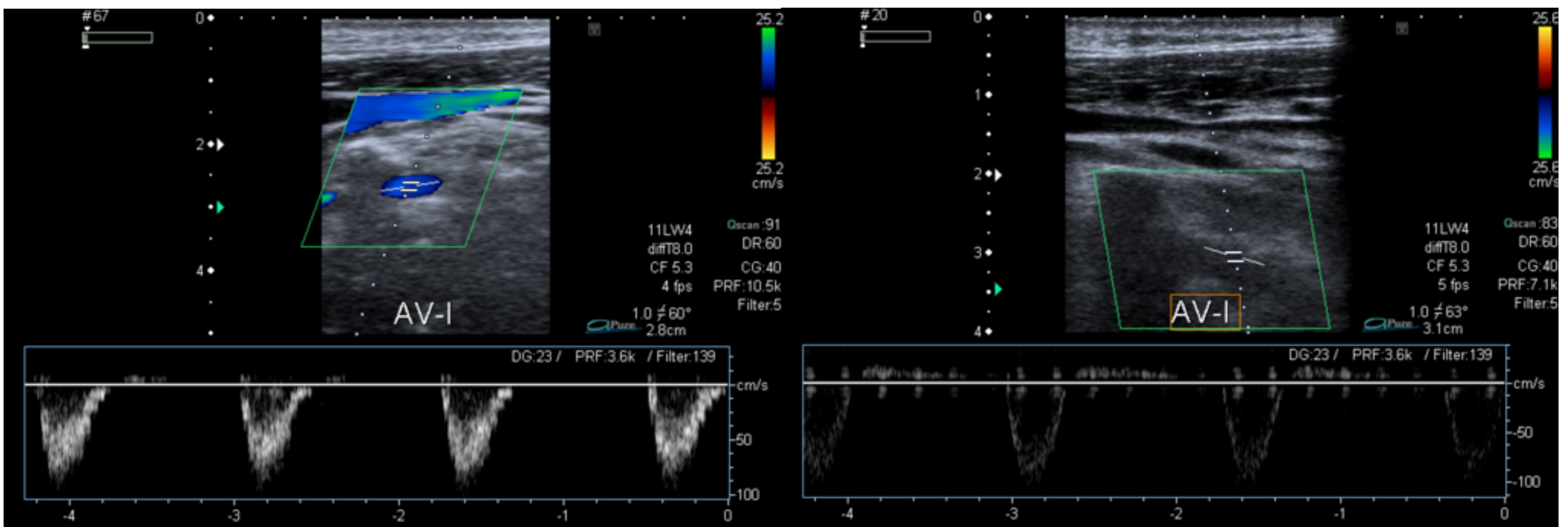
La presión sanguínea en el brazo afecto pasa a ser menor que en el sistema vertebral y el flujo sigue un sentido retrógrado, descendiendo por la arteria vertebral hacia la subclavia. En diástole, el gradiente a través de la estenosis es bajo y la relación de presión entre la arteria subclavia y sus ramas principales recupera parámetros normales, lo que conlleva que el flujo en la vertebral vuelva a ser anterógrado.

Una situación de robo parcial se puede convertir en una de robo total o casi total si se consigue aumentar el gradiente de presión a través de la estenosis reduciendo la resistencia periférica. Esto se puede conseguir con una situación de hiperemia reactiva tras ejercicio del brazo o tras ocluir la arteria braquial ipsilateral con un manómetro durante 3 minutos y después liberándolo.



Por su parte, una oclusión de la arteria subclavia (o de la braquicefálica proximal a la salida de la arteria vertebral) originará un flujo retrógrado en la arteria vertebral ipsilateral al llegarle la sangre a través de la arteria vertebral contralateral vía arteria basilar. Clínicamente el robo de subclavia puede producir síntomas de insuficiencia vertebrobasilar, especialmente al ejercitar el brazo. Otros hallazgos comprenden la insuficiencia arterial de la extremidad afecta así como una presión sanguínea disminuida respecto a la extremidad contra lateral.

Fig.17 . Se muestran los casos de 2 pacientes con exploración ecográfica compatible con robo de subclavia izquierda secundario a estenosis proximal de subclavia. En ambos casos se observa un flujo retrógrado en arteria vertebral tanto con el Doppler color en el primer caso como con la onda Doppler.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del hospital Universitario Donostia.

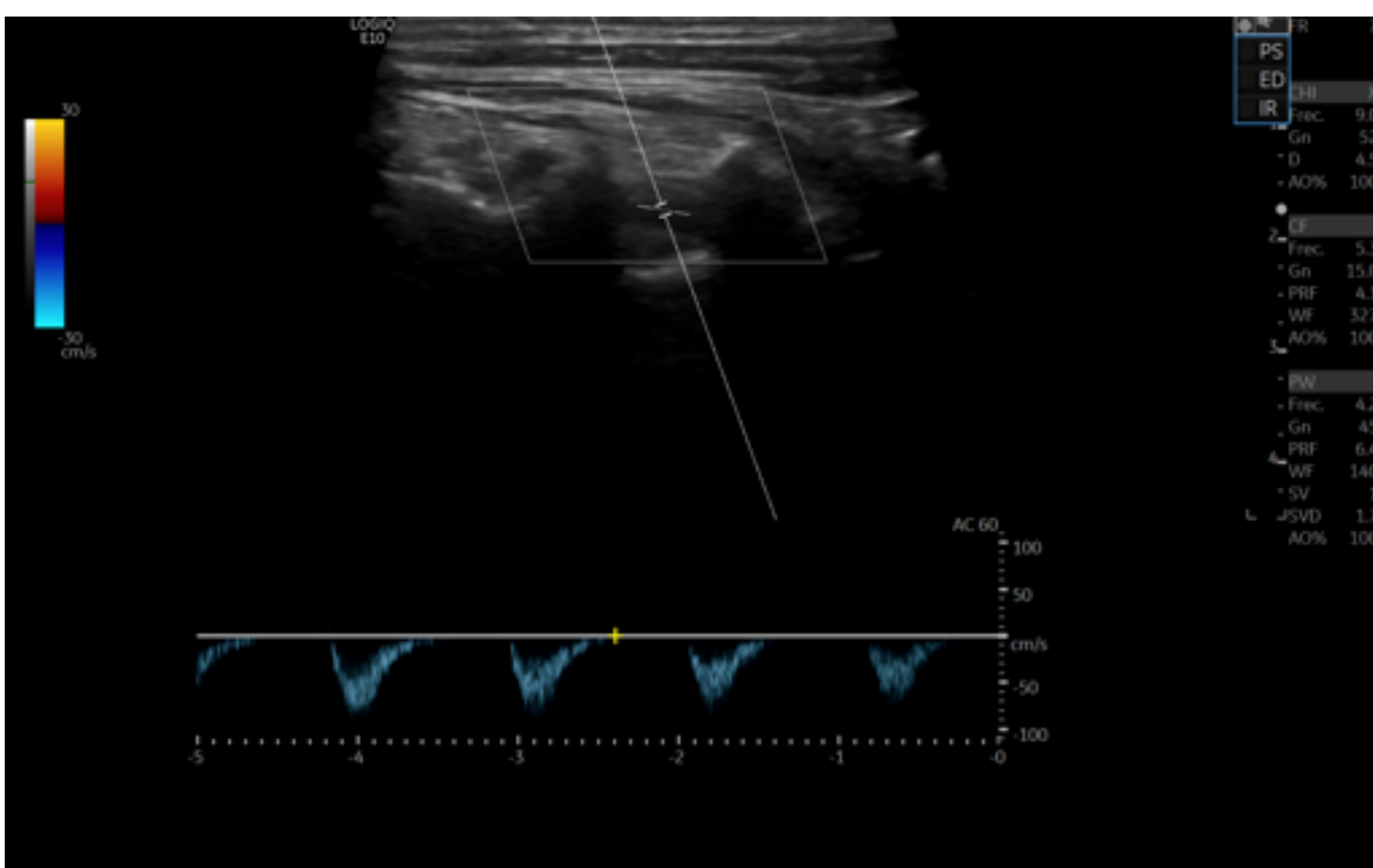


Debido a las diferencias anatómicas existentes entre un lado y el otro, en el lado izquierdo el robo de subcavia únicamente puede ser consecuencia de patología obstructiva a nivel de arteria subclavia izquierda. En el lado derecho sin embargo, puede ser secundario a patología obstructiva bien en la arteria subclavia derecha o en tronco braquicefálico derecho.

Para intentar localizar de manera más precisa dónde se encuentra el trastorno exactamente, se puede analizar la onda de flujo de la arteria carótida común.

Si la lesión se encuentra en la arteria subclavia derecha, la onda de flujo de la arteria carótida común no mostrará afectación ninguna. Si por el contrario el defecto está en el tronco braquicefálico, el flujo retrógrado de la arteria vertebral se encargará no sólo de aportar sangre a la extremidad afecta sino también de suplir a la arteria carótida común. Debido a este relleno de la arteria carótida común a través de la vertebral y demás colaterales, la onda de flujo que se registrará será una onda parvus y tardus con un incremento de la velocidad más enlentecido y progresivo de lo normal y una velocidad pico disminuida.

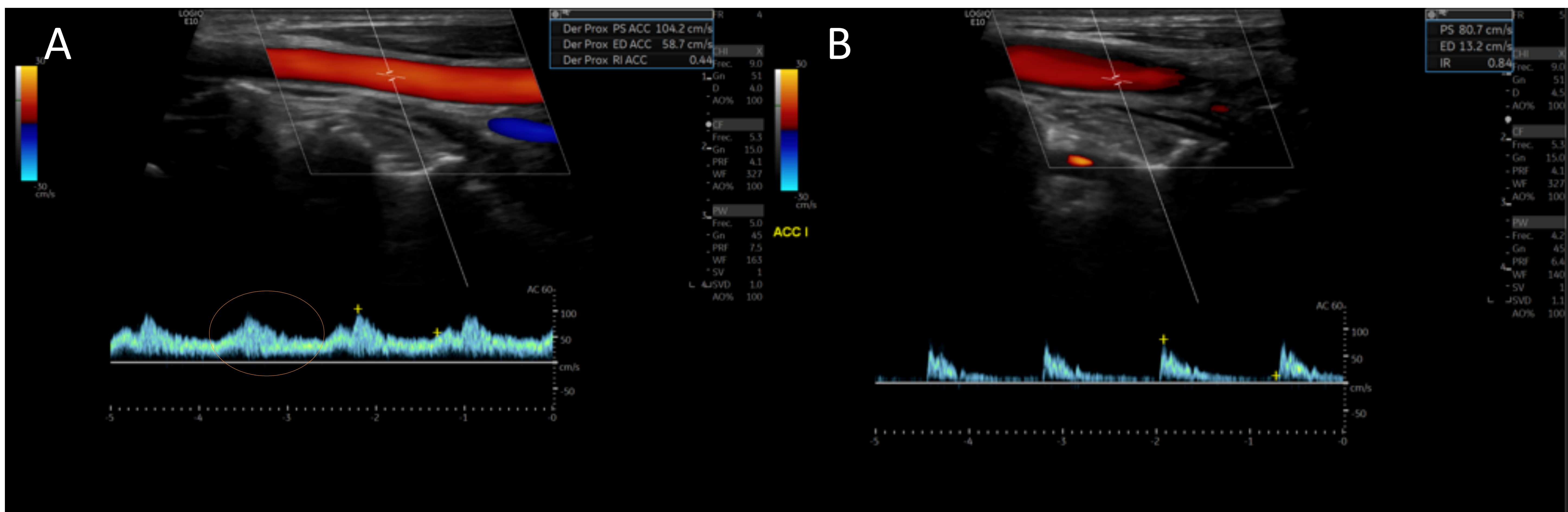
Fig. 18. Paciente de 62 años que acude por episodios de amaurosis fugax y en la exploración de troncos supraórticos se observa flujo retrógrado en vertebral, hallazgo compatible con robo de subclavia.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.

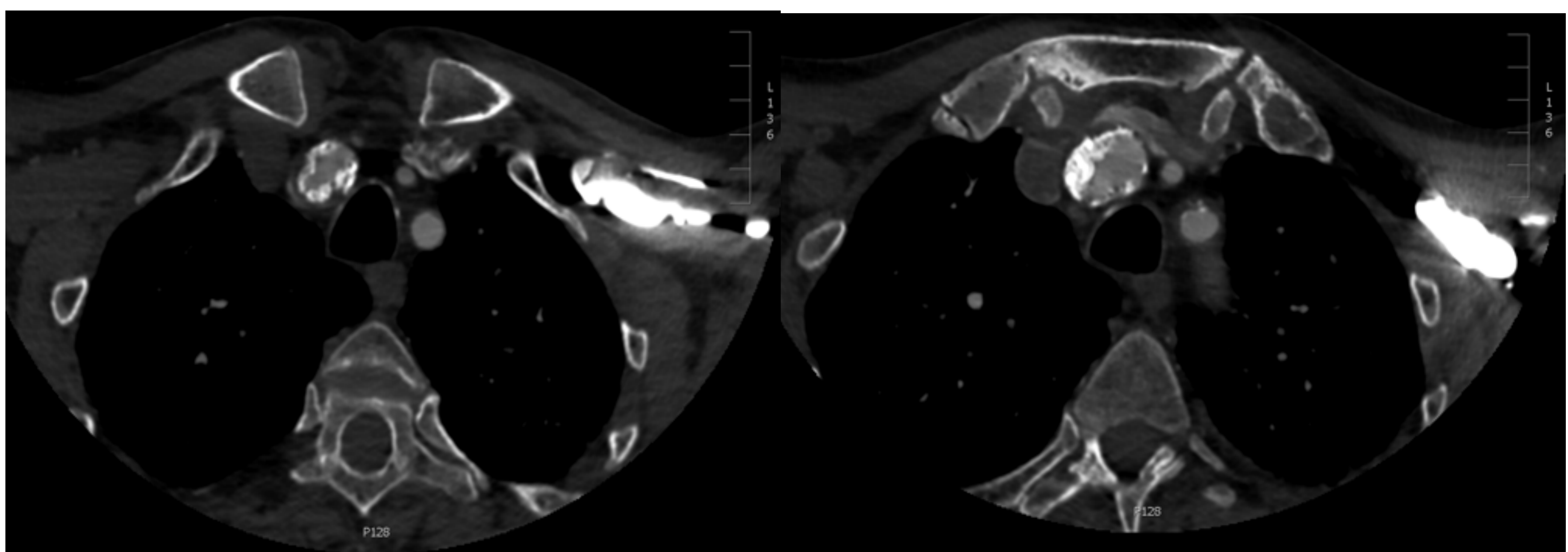


Fig 19. Mismo paciente en el que tras observar el flujo retrógrado en arteria vertebral derecha se analiza el flujo en carótida común derecha (A) observando una onda de tipo parvus y tardus (círculo naranja). Este hallazgo apoya la sospecha de estenosis a nivel de tronco braquicefálico derecho. De manera comparativa se muestra la onda de flujo normal de arteria carótida izquierda (B).



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.

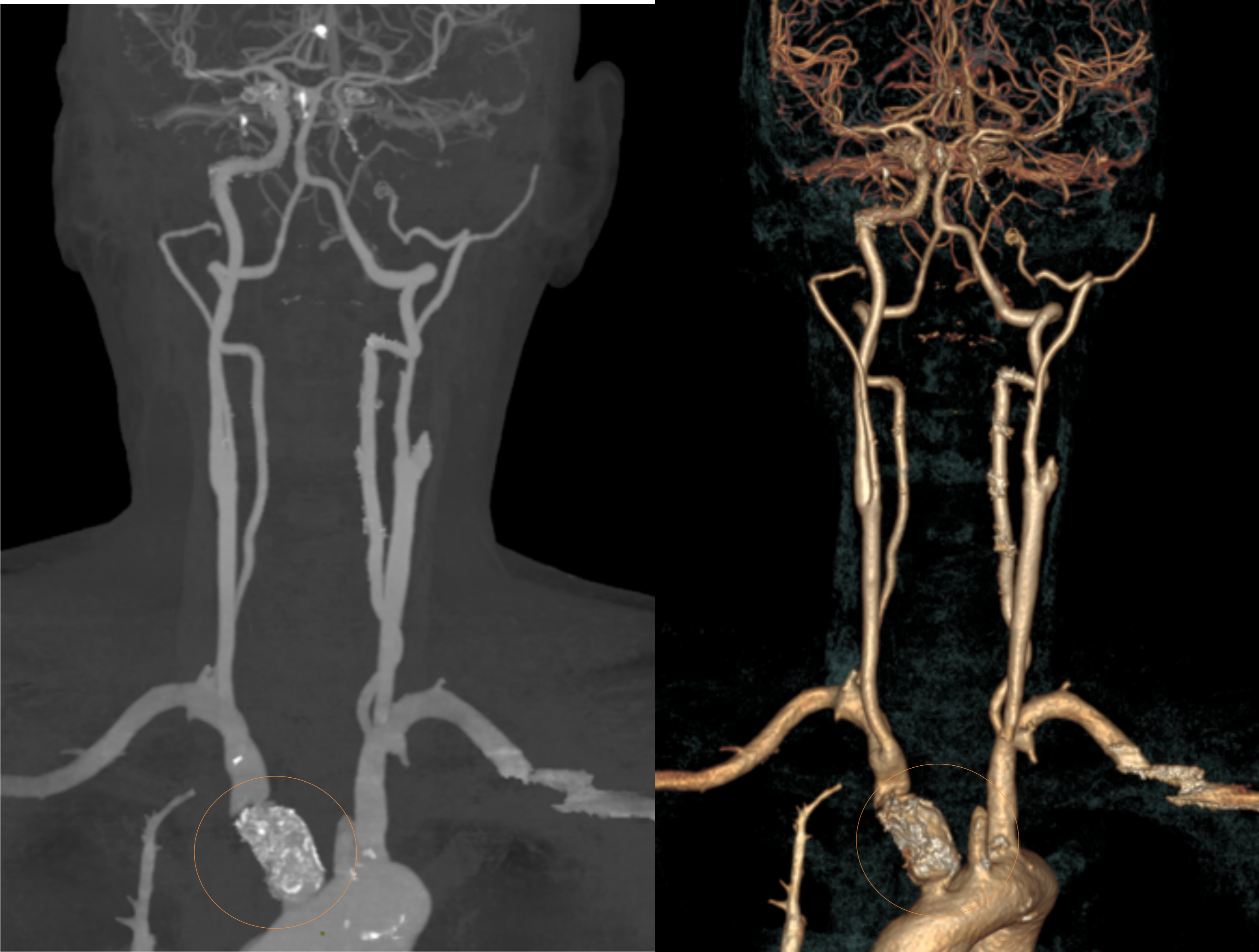
Fig 20. Ante la sospecha de estenosis de tronco braquicefálico derecho se decide ampliar estudio mediante angio TC observando una placa fibrocalcificocada a dicho nivel que condiciona una estenosis significativa y por tanto confirmando el diagnóstico.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.



Fig. 21. Reconstrucciones en plano coronal con MIP que muestran claramente la estenosis (círculo naranja).



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.

Fig. 22 Reconstrucción 3D



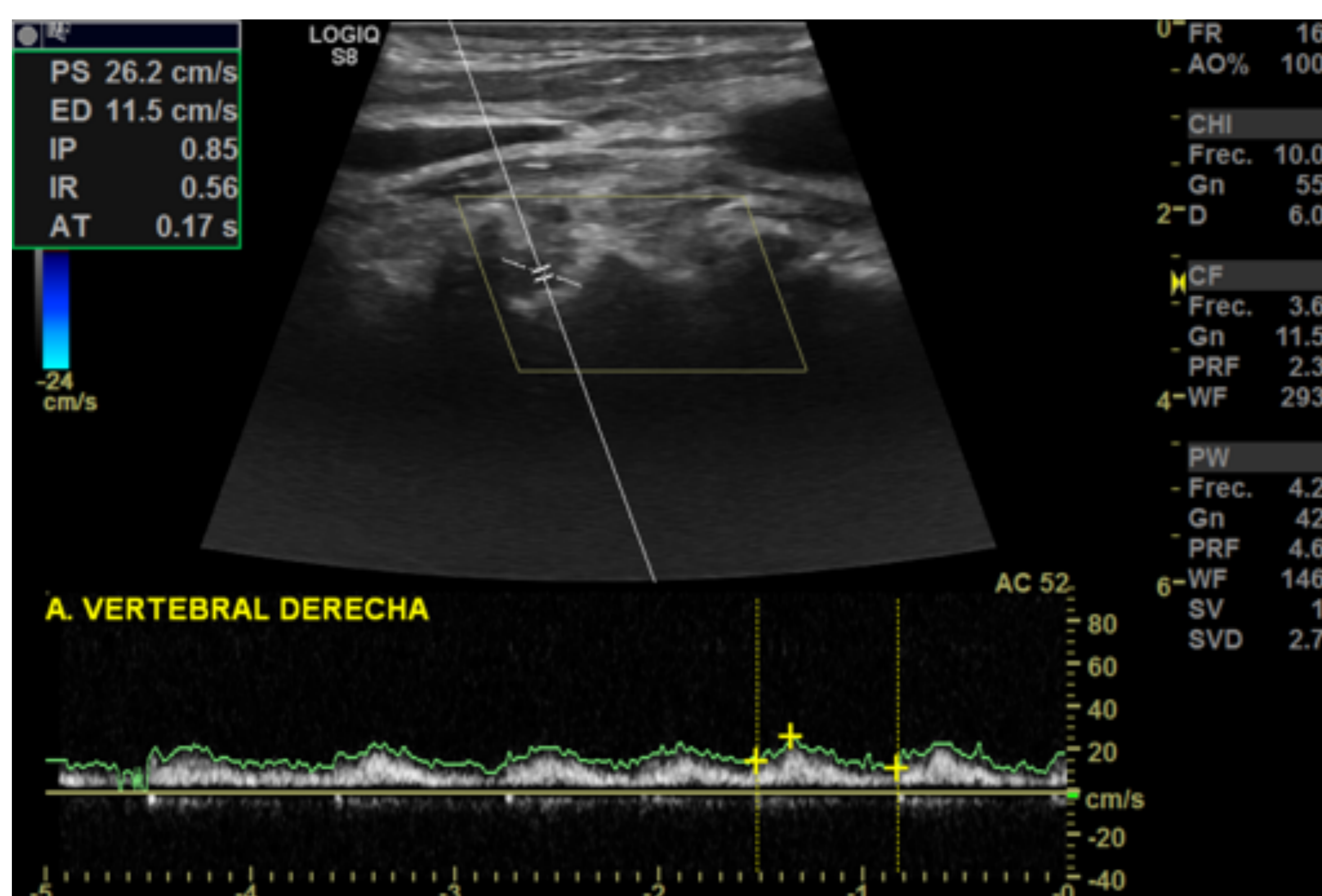
Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.

En otras ocasiones, la dirección de la onda puede ser la adecuada pero la morfología de la misma puede estar alterada. Este hecho se suele manifestar como una onda anterógrada pero de tipo parvus y tardus; es decir, una onda que ha perdido el ascenso sistólico rápido y que se ve muy amortiguada con una pendiente tanto ascendente como descendente mucho menos pronunciadas. Este hallazgo suele ser consecuencia de alguna estenosis proximal al lugar de medida.



Tras identificar una arteria vertebral con una onda de tipo parvus y tardus se ha de estudiar la carótida común. Si la onda en carótida común es normal, la estenosis se encontrará en la propia vertebral proximal al lugar en el que se ha realizado la medición. Si por el contrario la onda en carótida común ipsilateral es también de tipo parvus y tardus esto se correspondería con una oclusión proximal al origen de ambas arterias. Este hallazgo generalmente se da en el lado derecho porque, las diferencias anatómicas anteriormente comentadas, hacen que sea más probable la estenosis de tronco braquicefálico que del cayado aórtico.

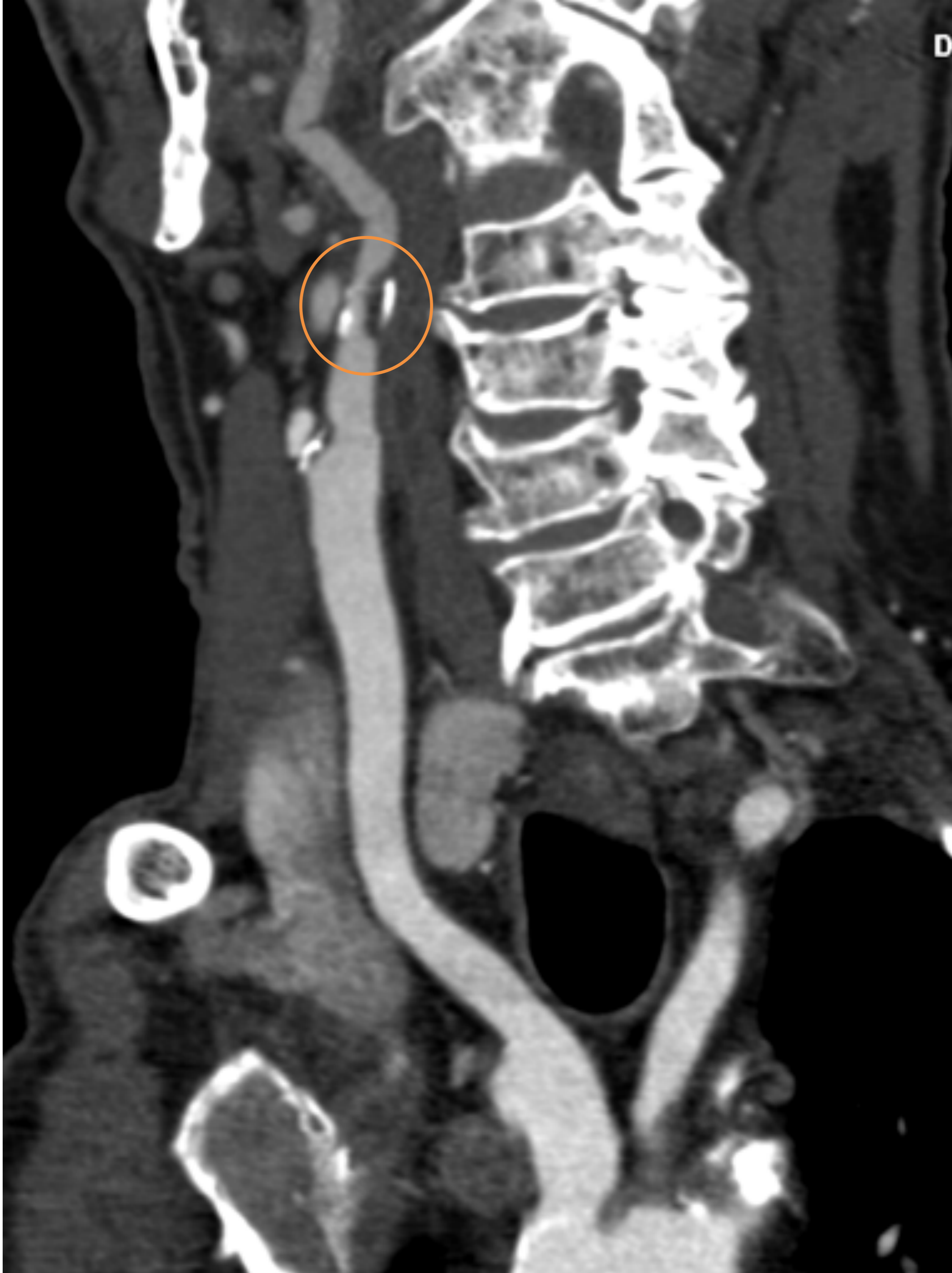
Fig. 22. Onda parvus e tardus anterógrada en arteria vertebral derecha, sin objetivar alteraciones en el patrón de flujo de la arteria carótida ipsilateral (no mostrado), lo cual hace sospechar que el defecto se encuentra en la propia vertebral proximal al punto de medición ya que el resto de vasos no se encuentran afectados.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.



Fig. 23. Reconstrucción realizada con cortes coronales de troncos supraaórticos del mismo paciente en el que se observa una placa mixta (círculo naranja) en origen de arteria vertebral derecha que condiciona una estenosis significativa.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Donostia.

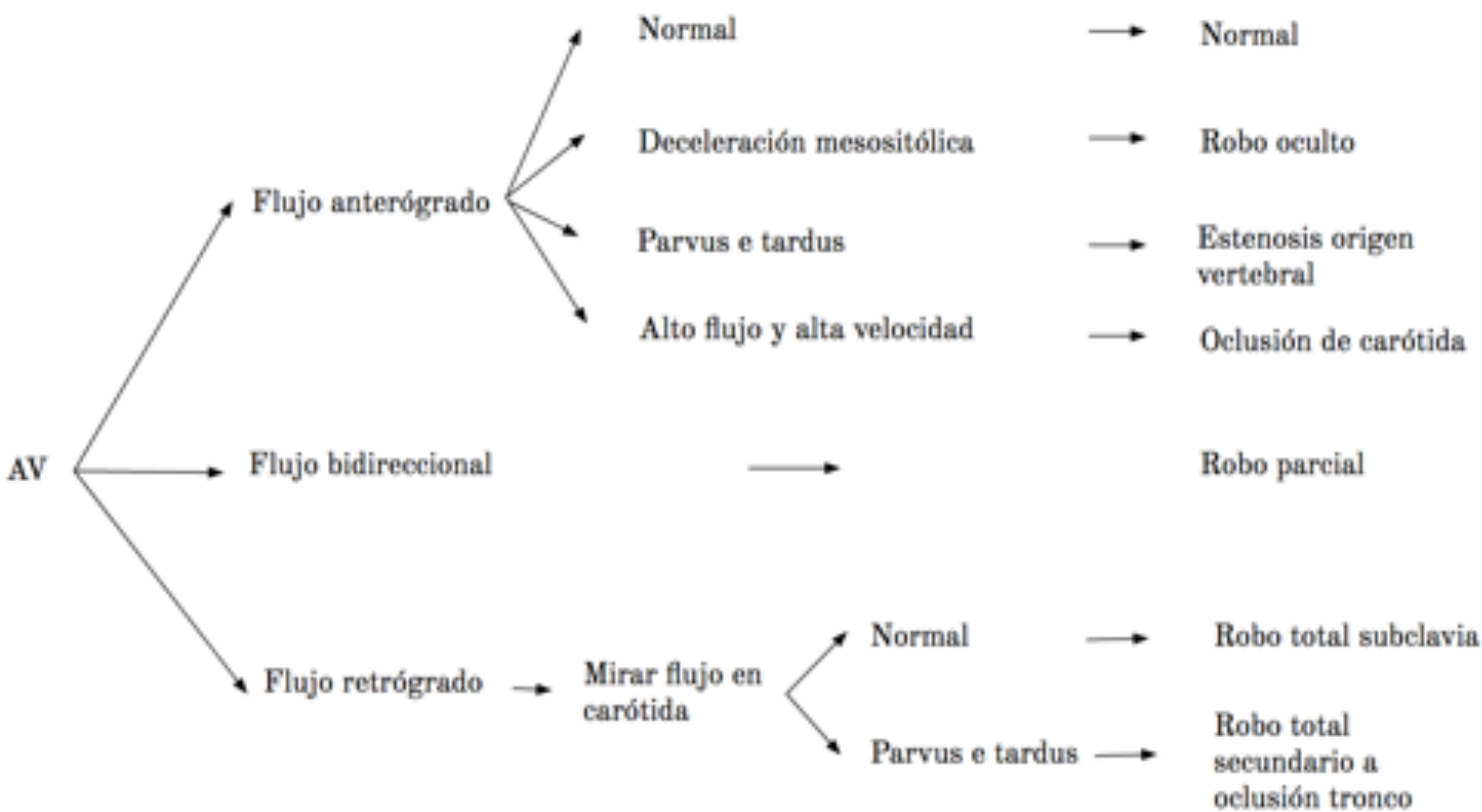
En caso de que se objetivara una onda del tipo parvus y tardus en ambas arterias vertebrales, podría corresponder con situaciones raras en las que se afectan vasos proximales de ambos lados como por ejemplo en la arteritis de Takayasu. En ocasiones en estos pacientes ramas del tronco tirocervical y la mamaria interna pueden suplir los vasos subclavios y braquiocefálicos.

Si ambas arterias vertebrales, carótidas comunes y sus ramas presentan una onda parvus y tardus lo más probable es una estenosis de alto grado a nivel de la válvula aórtica. Es importante conocer que únicamente una estenosis aórtica severa o crítica provocará alteraciones demostrables mediante la ecografía. Los pacientes con estenosis leve-moderadas no presentarán alteración alguna en la exploración.



De esta manera y partiendo de flujo detectado en la arteria vertebral podemos diagnosticar una gran variedad de patologías analizando el tipo de onda y estudiando otras arterias que nos aporten datos adicionales para poder interpretar correctamente la situación hemodinámica global de los troncos supraaórticos.

Fig.24. Algoritmo diagnóstico de patología de troncos supraaórticos en función de la onda Doppler registrada en arteria vertebral. Hospital Universitario Donostia.



Referencia: Servicio de Radiodiagnóstico del hospital Universitario Donostia.



# Conclusiones

El estudio de las arterias vertebrales pone de manifiesto numerosas patologías que pueden ser diagnosticadas de una manera sencilla gracias a una técnica óptima y una buena interpretación de las ondas Doppler obtenidas.

La estandarización de los parámetros técnico, los métodos de escaneo, el análisis Doppler y la interpretación mejoran la precisión y reproducibilidad de los resultados.



# Bibliografía

1. Tahmasebpour H, Buckley A, Cooperberg P, Fix C. Sonographic Examination of the Carotid Arteries. *RadioGraphics*. 2005;25(6): 1561-1575.
2. Carroll B. Carotid sonography. *Radiology*. 1991;178(2):303-313.
3. Horrow M, Stassi J. Sonography of the Vertebral Arteries. *American Journal of Roentgenology*. 2001;177(1):53-59.
4. Grant EG, Barr LL, Borgstede J, et al. ACR guideline for the performance of an ultrasound examination of the extracranial cerebrovascular system. Reston, Va: American College of Radiology, 2002; 577–580.
5. Gaillard F. Vertebral artery | Radiology Reference Article | Radiopaedia.org [Internet]. Radiopaedia.org. 2020 [cited 19 January 2020]. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/vertebral-artery?lang=gb>
6. Rubio Marco I. Ecografía Doppler: Principios básicos y guía práctica para residentes [Internet]. SERAM 2014 PosterNG. 2014 [cited 20 January 2020]. Available from: [https://epos.myesr.org/esr/viewing/index.php?module=viewing\\_poster&task=viewsection&pi=124135&ti=409719&si=1426&searchkey=&scrollpos=374](https://epos.myesr.org/esr/viewing/index.php?module=viewing_poster&task=viewsection&pi=124135&ti=409719&si=1426&searchkey=&scrollpos=374)
7. O'Donnell T. Correlation of B-Mode Ultrasound Imaging and Arteriography With Pathologic Findings at Carotid Endarterectomy. *Archives of Surgery*. 1985;120(4):443.
8. Furie K. UpToDate [Internet]. Uptodate.com. 2019 [cited 3 February 2020]. Available from: [https://www.uptodate.com/contents/evaluation-of-carotid-artery-stenosis?search=carotid%20stenosis&source=search\\_result&selectedTitle=1~150&usage\\_type=default&display\\_rank=1](https://www.uptodate.com/contents/evaluation-of-carotid-artery-stenosis?search=carotid%20stenosis&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1)