



Hallazgos en Ecografía Doppler Color y Angio Resonancia Magnética en el Síndrome del Opérculo Torácico Vascular

Dr. Martín Alejandro Puebla,
Dr. Agustin Virgolini y
Dra. María de los Angeles Aprile

**ARGUS DIAGNÓSTICO MÉDICO, BUENOS AIRES,
ARGENTINA**

OBJETIVO DOCENTE

Revisar las características generales y anatomía del estrecho torácico superior.

Describir la fisiopatología involucrada en el desarrollo del Síndrome del Outlet Torácico (SOT) y su presentación clínica.

Repasar las diferentes formas diagnósticas y características radiológicas del SOT vascular.

Evaluar el rol que desempeñan la Ecografía Doppler Color y la Angio Resonancia Magnética (AngioRM) en el diagnóstico del Síndrome del Opérculo Torácico de origen Vascular.

REVISIÓN DEL TEMA

1. INTRODUCCIÓN

El síndrome del opérculo torácico (SOT) es un conjunto de síntomas en topografía del miembro superior, generados por diversas alteraciones que resultan en la compresión extrínseca posicional, continua o intermitente, de las estructuras neurovasculares en su paso por el outlet torácico.

El SOT se clasifica, según la estructura comprometida, en:

- Neurogénico (95%): más frecuente. Compresión del plexo braquial (raíces de los nervios C5-T1).
- Venoso (3-5%): segundo en frecuencia aunque raro. Compresión de la vena subclavia y/o axilar.
- Arterial (1-2%): muy raro. Compresión de la arteria subclavia y/o axilar.

2. ANATOMÍA

El opérculo torácico comprende el espacio desde la fosa supraclavicular hasta la axila. Se han identificado tres zonas anatómicas por donde discurre el paquete neurovascular y puede existir compresión:

- Triángulo de los escalenos:
 - El compartimiento más medial, situado entre los músculos escalenos anterior y medio (límite anterior y posterior respectivamente) y primera costilla (límite inferior), en donde se insertan los músculos mencionados.
 - La **arteria subclavia** y las ramas del **plexo braquial** discurren a través de este espacio, mientras que la vena subclavia pasa anterior al mismo.

- Espacio costoclavicular:
 - Sus límites incluyen el músculo subclavio (límite anterior), la primera costilla y el músculo escaleno anterior (límite infero-posterior) y clavícula (límite superior).
 - Atraviesan este espacio las ramas del plexo braquial, la **vena y arteria subclavia**.
- Espacio subcoracoideo o retropectoral o subcoracoideo pectoral menor:
 - El compartimiento más lateral, localizado entre el músculo pectoral menor (límite anterior), las costillas 2 a 4 (límite posterior) y el proceso coracoides de la escápula (límite superior). Sitio poco frecuente de compresión.
 - Atraviesan este espacio las ramas del **plexo braquial**, la **vena y arteria axilar**.

3. ETIOLOGÍA

El SOT puede ser de origen:

- Congénito (variantes anatómicas):
 - **Costilla cervical:** Aunque en la mayoría de los pacientes es asintomática, constituye un factor de riesgo principalmente para el SOT **neurogénico** (20% de los casos) y SOT **arterial**.
 - Síndrome del escaleno anterior: inserción anormal del músculo escaleno anterior en la primera costilla.
 - Músculo escaleno supernumerario.
 - Proceso transverso de C7 prominente.

- Adquirido:

- *Traumatismos:* Hematomas, fracturas desplazadas, fibrosis y callos óseos posteriores pueden generar compresión. Lesiones por latigazo cervical se asocian frecuentemente al SOT neurogénico.
- *Funcional:* La actividad repetitiva y vigorosa, que implica movimientos de las extremidades por encima de la cabeza (como el levantamiento de pesas) genera **hipertrofia muscular de músculos escalenos** o *lesiones por sobreuso* (edema, hemorragias pequeñas y fibrosis posterior), ambas pudiendo contribuir a la compresión. El SOT **venoso** es frecuentemente asociado a esta etiología (Enfermedad de Paget-Schroetter).
- *Otros:*
 - Neoplasias: Tumor supraclavicular, tumor de Pancoast (maligno), exostosis hereditaria múltiple (benigno).
 - Enfermedad de Paget.
 - Linfadenopatía.

4. PRESENTACIÓN CLÍNICA

La presentación clínica del SOT dependerá tanto de la estructura comprometida como del grado de compresión sobre la misma. Los síntomas generalmente se reproducen o exacerban por la actividad que requiere la elevación o el uso sostenido de los brazos, como alcanzar objetos por encima de la cabeza o levantar objetos (actividades deportivas o laborales). Se pueden encontrar tres síndromes distintos, en forma individual o combinados, según el componente lesionado:

SOT Neurogénico

- Frecuentemente bilateral y más prevalente en mujeres de entre 20 a 50 años.
- Dolor que exacerba con abducción del miembro superior, parestesia y/o disminución de la sensibilidad que involucra el área de distribución de las raíces de C5 a T1. También signos de atrofia muscular.

SOT Venoso

- Tiende a ser unilateral, con mayor incidencia en hombres de 15 a 45 años, por asociación frecuente a actividad repetitiva de la extremidad superior dominante.
- Edema, palidez o cianosis, pesadez y dolor estable del miembro superior (a diferencia del SOT neurogénico que exacerba con la abducción).
- Enfermedad de Paget-Schroetter o “trombosis de esfuerzo” de la vena subclavia. Presentación aguda.
- Síndrome de McCleery: síntomas de compresión venosa intermitente en ausencia de trombosis.

SOT Arterial

- Predominantemente unilateral, afectando a ambos sexos por igual, mas frecuente en adultos jóvenes. Asociado frecuentemente a costilla cervical o primera costilla anómala.
- Isquemia digital, claudicación, frialdad, palidez, parestesia y dolor en la mano (rara vez en hombro o cuello). Disminución de pulsos del miembro superior, diferencia de presión entre ambos miembros superiores (>20 mmHg).

- Síntomas generados por aneurisma/pseudoaneurisma, trombosis mural o trombosis distal a la compresión, con fenómenos de embolia distal que resultan en isquemia distal aguda.

Los hallazgos son exacerbados por ciertas posiciones y maniobras del miembro superior, particularmente con la elevación de los mismos (abducción) por encima de la cabeza.

5. MANIOBRAS PROVOCATIVAS

Existen algunas pruebas clínicas de provocación que se pueden realizar cuando se sospecha la presencia de SOT, las cuales están basadas en una respuesta anormal a la compresión dinámica de los vasos:

- **Test de Roos:** se utiliza para provocar síntomas cuando el paciente aprieta repetidamente los puños durante 3 minutos, mientras mantiene los brazos abducidos en 90° y en rotación externa.
- **Test de Adson:** se palpan los pulsos radiales mientras el paciente está sentado con el brazo afectado en abducción a 30° y en extensión máxima, el cuello extendido y con cefalogiria homolateral, e inhala profundamente y sostiene la respiración. La pérdida de pulso radial durante esta maniobra es un signo positivo de SOT arterial.
- **Test de Wright:** consiste en la hiperabducción del brazo (180°) con la concomitante disminución del pulso radial, lo que es considerado un signo positivo de SOT arterial.

La maniobra más útil para orientar el diagnóstico de SOT es la de abducción o hiperabducción del brazo.

El diagnóstico clínico generalmente es difícil pero orientativo, siendo las pruebas radiológicas frecuentemente requeridas para demostrar la compresión neurovascular y determinar tanto la localización como la causa que produce este síndrome.

6. CARACTERÍSTICAS RADIOLÓGICAS

- Los estudios de imágenes son útiles para confirmar el diagnóstico o el sitio de afectación, clarificar la existencia de una anatomía anormal, evaluar otras posibles causas de los síntomas del paciente y clasificar apropiadamente la condición del paciente como SOT neurogénico, arterial o venoso.
- La **Radiografía torácica** y de la **columna cervical** es un estudio de bajo coste económico y debe realizarse en todos los pacientes con sospecha de SOT para excluir cualquier anomalía ósea subyacente que pueda contribuir al problema, como costilla cervical, callos óseos, apófisis transversa C7 alargada, primera costilla anómala y primera costilla o clavícula anormales, tumores compresivos.
- La **Ecografía con Doppler color** es el estudio diagnóstico inicial de elección ante la sospecha de SOT vascular.
- La **AngioTC** o **AngioRM** puede diferenciar casos equívocos o proporcionar detalles anatómicos adicionales necesarios para la planificación quirúrgica.
- La **RM** es útil en pacientes con SOT neurogénico, principalmente para evaluar el plexo braquial y estructuras adyacentes.

- La **arteriografía** y la **venografía** convencionales, si bien pueden demostrar compresión extrínseca, no permiten una representación clara de la estructura anatómica afectada y tienden a ser reemplazadas por procedimientos menos invasivos (US, TC, RM). No obstante, siguen siendo útil en el tratamiento inicial de pacientes con síntomas agudos o trombosis conocida.
- Las adquisiciones de imágenes deben ser realizadas en ambos miembros superiores en forma comparativa y dinámica, con los brazos del paciente en aducción (posición neutra) y abducción con rotación externa, para provocar el estrechamiento vascular posicional, ya que esto puede afectar el manejo quirúrgico al identificar la ubicación precisa de la compresión vascular.
- Es de vital importancia reconocer que el diagnóstico de SOT vascular no se realice únicamente mediante la identificación aislada de modificaciones de calibre del vaso y/o del flujo vascular ante cambios de posición, ya que en los pacientes asintomáticos (sanos) se pueden hallar signos de compresión arterial y/o venosa en el outlet torácico (más frecuentemente venosa). Definir un diagnóstico de SOT con este hallazgo aislado, puede conducir a un potencial sobretratamiento con intervención quirúrgica innecesaria.
- Por lo tanto, es importante destacar que el diagnóstico de SOT vascular con estudios de imagen requiere la presencia de daño vascular. Para el SOT venoso, esto implica la identificación de trombosis de la vena axilosubclavia, estenosis focal fija de la vena subclavia en un sitio de compresión dinámica o vasos colaterales dilatados. En el contexto del SOT arterial, los hallazgos incluyen aneurisma o pseudoaneurisma arterial axilosubclavio, trombo arterial, estenosis focal fija de la arteria subclavia en un sitio de compresión dinámica, émbolos distales o vasos colaterales dilatados.

HALLAZGOS EN EL SOT VASCULAR

- **SOT venoso**

- Anormalidades anatómicas óseas o de partes blandas
- Trombosis venosa axilar y/o subclavia.
- Colaterales dilatadas.
- Estenosis venosa fija axilar y/o subclavia en el sitio del estrechamiento dinámico.
- Estrechamiento de la vena axilar y/o subclavia ante la abducción*

- **SOT arterial**

- Anormalidades anatómicas óseas o de partes blandas
- Aneurisma o pseudoaneurisma de la arteria subclavia y/o axilar.
- Trombosis de la arteria subclavia y/o axilar.
- Embolia distal.
- Colaterales dilatadas.
- Estenosis arterial fija axilar y/o subclavia en el sitio del estrechamiento dinámico.
- Estrechamiento de la arteria axilar y/o subclavia ante la abducción*

* No es suficiente como criterio independiente para el diagnóstico de SOT.

7. ECOGRAFÍA DOPPLER COLOR

- La Ecografía Doppler color es el estudio diagnóstico inicial de elección ante la sospecha de SOT vascular, ya que presenta una alta sensibilidad y especificidad, no es invasiva, no utiliza radiación ionizante y es más económica con respecto al resto de los exámenes. Permite obtener imágenes del paciente en posición sentado o de pie (a diferencia de la TC y la RM), y con cualquier grado de abducción del brazo, siendo la principal ventaja de esta técnica la comparación directa entre los síntomas inducidos dinámicamente y la visualización concomitante de los vasos.
- Una desventaja importante es la ventana acústica limitada; en particular, puede ser difícil visualizar directamente el espacio costoclavicular (sitio de compresión), o el vértice pulmonar (sitio de enfermedad locorregional como tumor de Pancoast-Tobias). Otra limitación de la Ecografía es el hecho de ser operador dependiente. Puede ser técnicamente desafiante en pacientes musculosos o con tejido adiposo extenso. Por dichas razones, la ecografía no debe usarse en forma aislada para evaluar los SOT y excluir su diagnóstico cuando existe sospecha clínica, en tal caso, debe continuarse con el algoritmo diagnóstico con AngioRM y AngioTC.
- Se debe utilizar el **Modo B** para la evaluación morfológica de los músculos escalenos, costillas cervicales y clavícula. El **Doppler color** nos permite el examen del flujo vascular, en posición neutra (aducción) y en forma dinámica durante las maniobras de provocación, momento en el cual se acentúa la compresión, y por lo tanto, la sintomatología.
- La **vena subclavia** debe buscarse a nivel del “espacio costo-clavicular”, donde se produce generalmente la compresión. En cambio, el estudio de la **arteria subclavia** debe realizarse principalmente a nivel del “triángulo interescalénico”.
- Durante las pruebas dinámicas, se debe medir el calibre y registrar el flujo de los vasos.

Hallazgos ecográficos en el SOT vascular:

- Reducción del calibre de la arteria y/o vena en el sector de la compresión ante la abducción a 90º del miembro superior, con flujo turbulento, área de aliasing al Doppler color e incremento de las velocidades según el grado de compromiso. La abducción más allá de 90º e hiperabducción, puede producir pre-oclusión u oclusión de los vasos, con disminución de las velocidades o cese completo del flujo respectivamente.
- En el eje venoso distal al sector comprometido, se puede evidenciar una disminución de velocidades y pérdida de la fascicidad, mientras que en el eje arterial distal, se destaca un flujo monofásico de bajas velocidades de tipo post-obstructivo.
- Al volver a la posición neutra (aducción) puede observarse un fenómeno de rebote en el SOT arterial, con incremento de las velocidades y ensanchamiento espectral.
- No obstante, como se discutió anteriormente, los cambios en el calibre vascular o el flujo anormal o incluso ausente ante cambios de posición pueden verse en los vasos axilosubclavios en pacientes asintomáticos (sanos) y no deberían desencadenar por sí solos un diagnóstico de SOT vascular.
- Se puede visualizar trombosis de la vena y/o arteria subclavia/axilar: aumento de la ecogenicidad de la luz vascular en modo B, falta de señal Doppler y falta de compresibilidad. En el marco de la trombosis crónica, se debe tener cuidado de no identificar erróneamente una colateral grande como la vena o la arteria subclavia.
- El desarrollo de vasos colaterales es otra de las características a destacar, tanto durante las maniobras provocativas como en el caso de las trombosis.
- En el compromiso arterial, se puede reconocer un aneurisma o pseudoaneurisma inmediatamente posterior al sector de estrechamiento, con o sin trombosis, y embolia distal.

8. ANGIORESONANCIA MAGNÉTICA (ANGIORM)

La AngioRM tiene la ventaja de ser una técnica no invasiva y no ionizante, ofreciendo más detalles anatómicos precisos del estrecho torácico superior. Se debe prestar atención a cualquier anomalía ósea o de los tejidos blandos, incluidas las costillas cervicales, las primeras costillas anormales, las bandas fibrosas y la musculatura asimétrica.

En la AngioRM para la evaluación de un posible SOT vascular, se administra contraste por vía endovenosa y se adquieren imágenes en tiempo arterial y venoso. El paciente ingresa al equipo con los brazos en posición neutra en aducción y luego con hiperabducción y cefalogiria para la evaluación del estrechamiento posicional de los vasos axilosubclavios.

El catéter intravenoso debe colocarse en el lado opuesto a los síntomas para evitar que el artefacto T2, debido al material de contraste de gadolinio concentrado, oscurezca la vasculatura axilosubclavia ipsilateral.

La interpretación de los resultados de la RM en un paciente con sospecha de SOT debe comenzar con una descripción de cualquier hallazgo potencial de daño vascular:

- SOT venoso: trombosis o estenosis fija. En los casos de SOT venoso crónico, es posible que no se identifique una vena subclavia normal y se observen vasos colaterales dilatados. Si se encuentra trombosis venosa, se deberían evaluar los vasos pulmonares centrales para descartar la presencia de TEP.
- SOT arterial: aneurisma o pseudoaneurisma arterial con o sin trombo arterial. Las colaterales dilatadas se ven con menos frecuencia que en el SOT venoso. La evaluación de embolias en el eje arterial distal debe realizarse incluso en el caso de que no se observe un trombo central.

El estrechamiento vascular posicional, arterial o venoso, debe informarse ya que indica la ubicación de la compresión vascular extrínseca, pero no debe usarse como un criterio independiente para confirmar el diagnóstico de SOT vascular.

9. IMAGENES

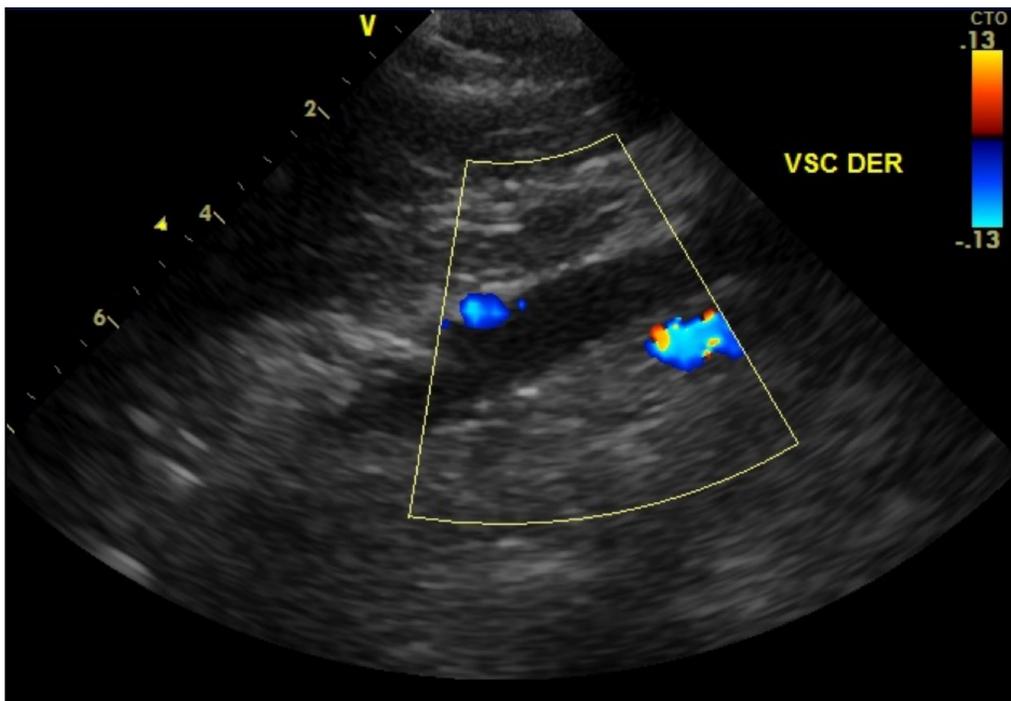


Fig. 1. Enfermedad de Paget-Schroetter (SOT venoso). Ecografía Doppler color que identifica daño vascular: trombosis venosa profunda de evolución aguda que involucra a la vena subclavia en forma segmentaria.



Fig. 2. SOT venoso. Ecografía Doppler color. Se observa escaso material ecogénico excéntrico en la vena subclavia, compatible con hallazgo post-trombótico de aspecto crónico secuelar.

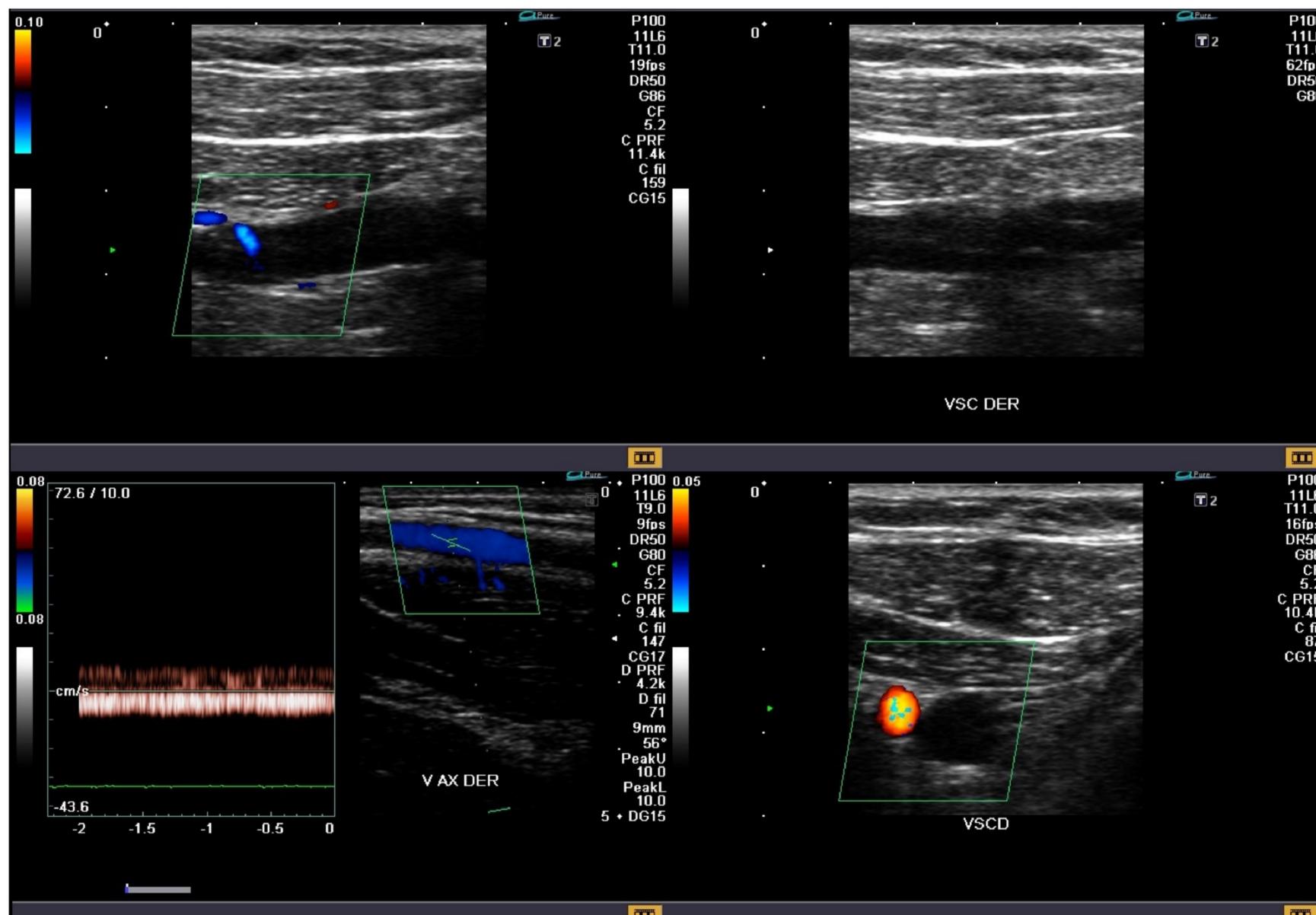


Fig. 3. Enfermedad de Paget-Schroetter (SOT venoso). Ecografía Doppler color que demuestra la presencia de un trombo en la vena subclavia, evidenciado por material hipoeico endoluminal en modo B y ausencia de flujo vascular al Doppler color. Nótese la pérdida de flujo fásico durante la maniobra de Valsalva a nivel de la vena axilar (abajo izquierda).

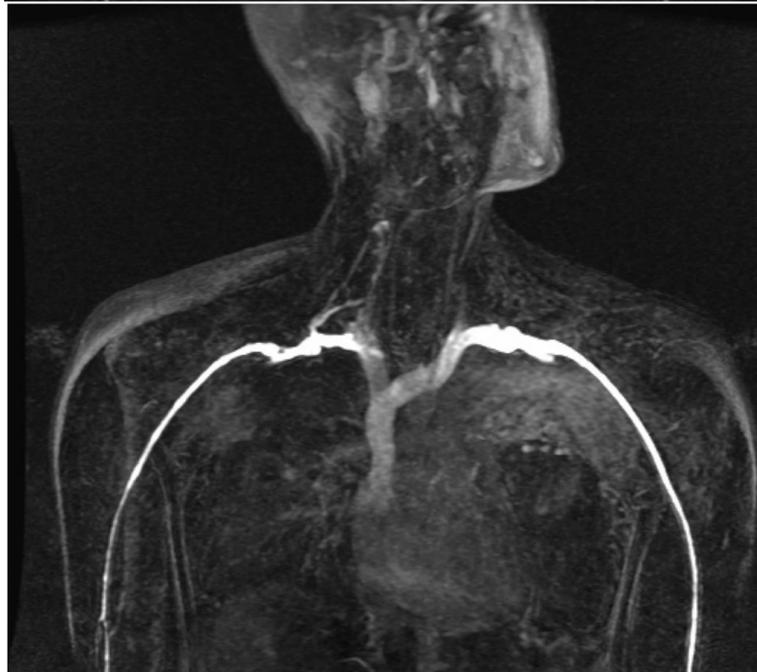


Fig. 4. Enfermedad de Paget-Schroetter (SOT venoso). Angio RM. Se obtuvieron imágenes en posición neutra (imagen de arriba), cefalogiria contralateral (imagen del medio) y con abducción del miembro superior derecho (imagen de abajo).

En posición neutra (aducción), se reconoce una moderada irregularidad en la vena subclavia derecha.

Esta irregularidad también se mantiene con el brazo derecho en aducción y giro cefálico a izquierda (imagen del medio).

Ante la abducción del miembro superior derecho, se constata una interrupción del flujo venoso en el origen de la vena subclavia, con evidencia de circulación colateral (imagen de abajo).

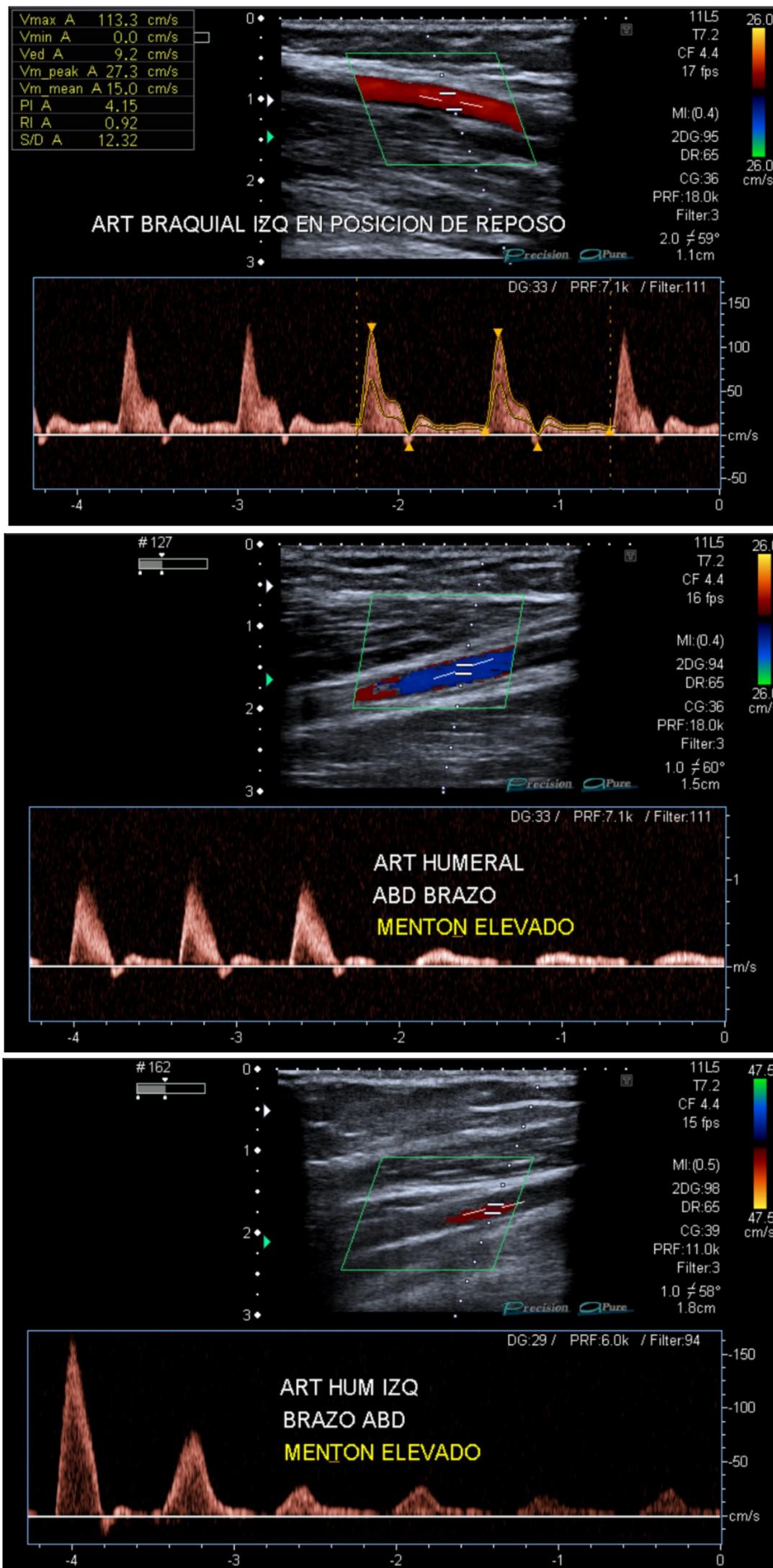


Fig. 5. Paciente referida con sospecha clínica de SOT neurogénico. En la Ecografía Doppler color se registran morfologías espectrales de tipo post obstructivo en la arteria braquial ante maniobras de provocación, un signo indirecto de obstrucción dinámica en el eje arterial. Nótese que en posición neutra (aducción), la morfología espectral se encuentra conservada. Posteriormente, se le realizó una Angio-RM, en donde se visualizó dicho estrechamiento vascular dinámico y compromiso del plexo braquial. En casos como este, en donde hay un estrechamiento vascular aislado sin daño vascular, se informa la compresión vascular dinámica, pero no se debe diagnosticar como SOT vascular, para evitar un posible tratamiento innecesario. En este caso se confirmó la sospecha diagnóstica clínica del compromiso neurogénico.



Fig. 6. Se muestra tiempo arterial de una AngioRM en un paciente con sospecha de SOT, con posicionamiento dinámico en abducción bilateral de ambos miembros superiores. Fueron estudiadas en forma comparativa ambas arterias subclavias y axilares, no lográndose identificar asimetrías, alteraciones significativas de calibre o diferencias en la opacificación simultánea de ambos circuitos arteriales.

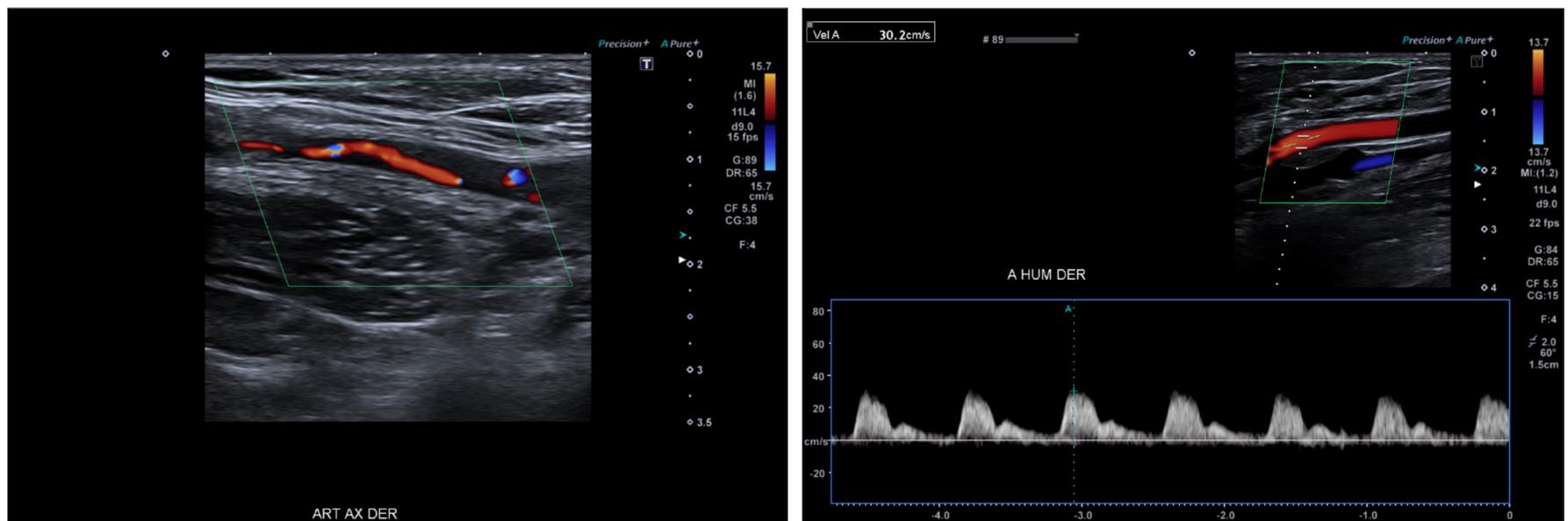


Fig. 7. SOT arterial. Ecografía Doppler color. Se observó un área de estenosis en la arteria axilar derecha, con imagen en desfiladero al Doppler color compatible con estenosis crítica (izquierda). Distalmente se evidenciaron flujos monofásicos de bajas velocidades, de tipo post obstructivo (derecha).

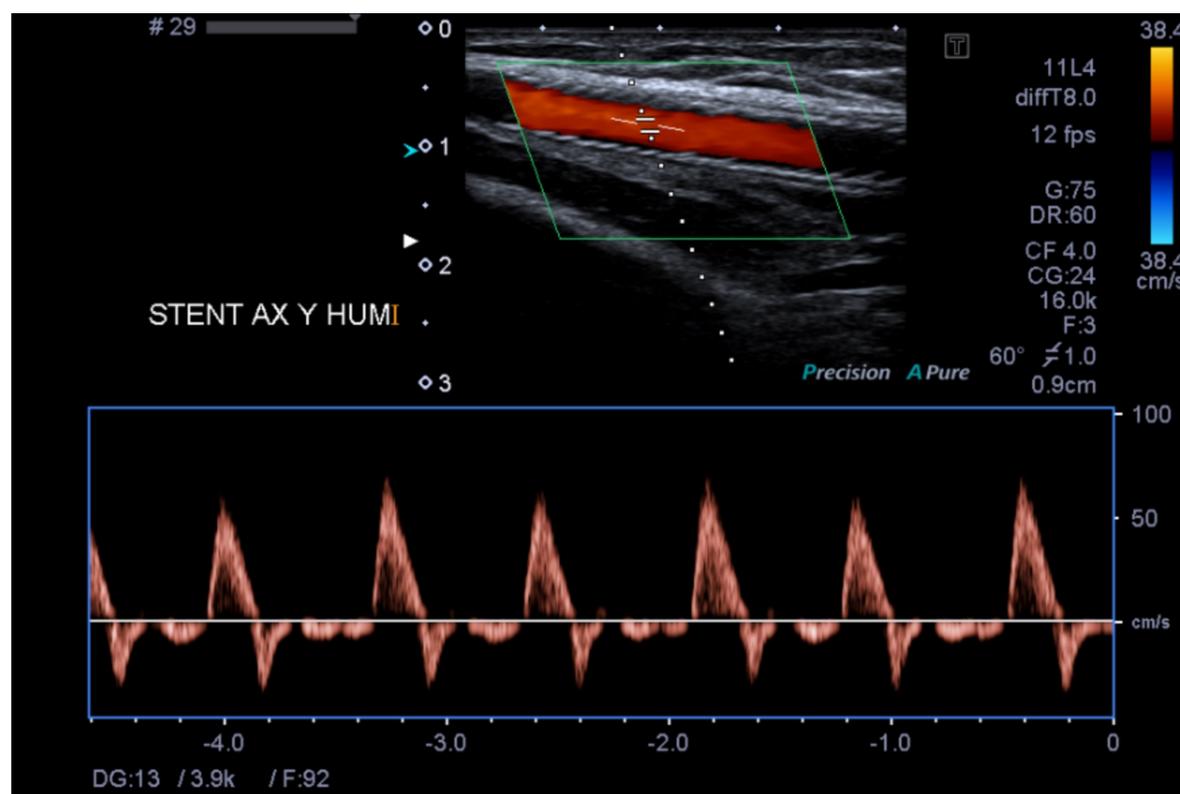


Fig. 8. SOT arterial. Se realizó control ecográfico post-quirúrgico del paciente anterior con Ecografía Doppler color, visualizándose stent arterial permeable, con velocidades conservadas, sin signos de estenosis ni otras complicaciones.

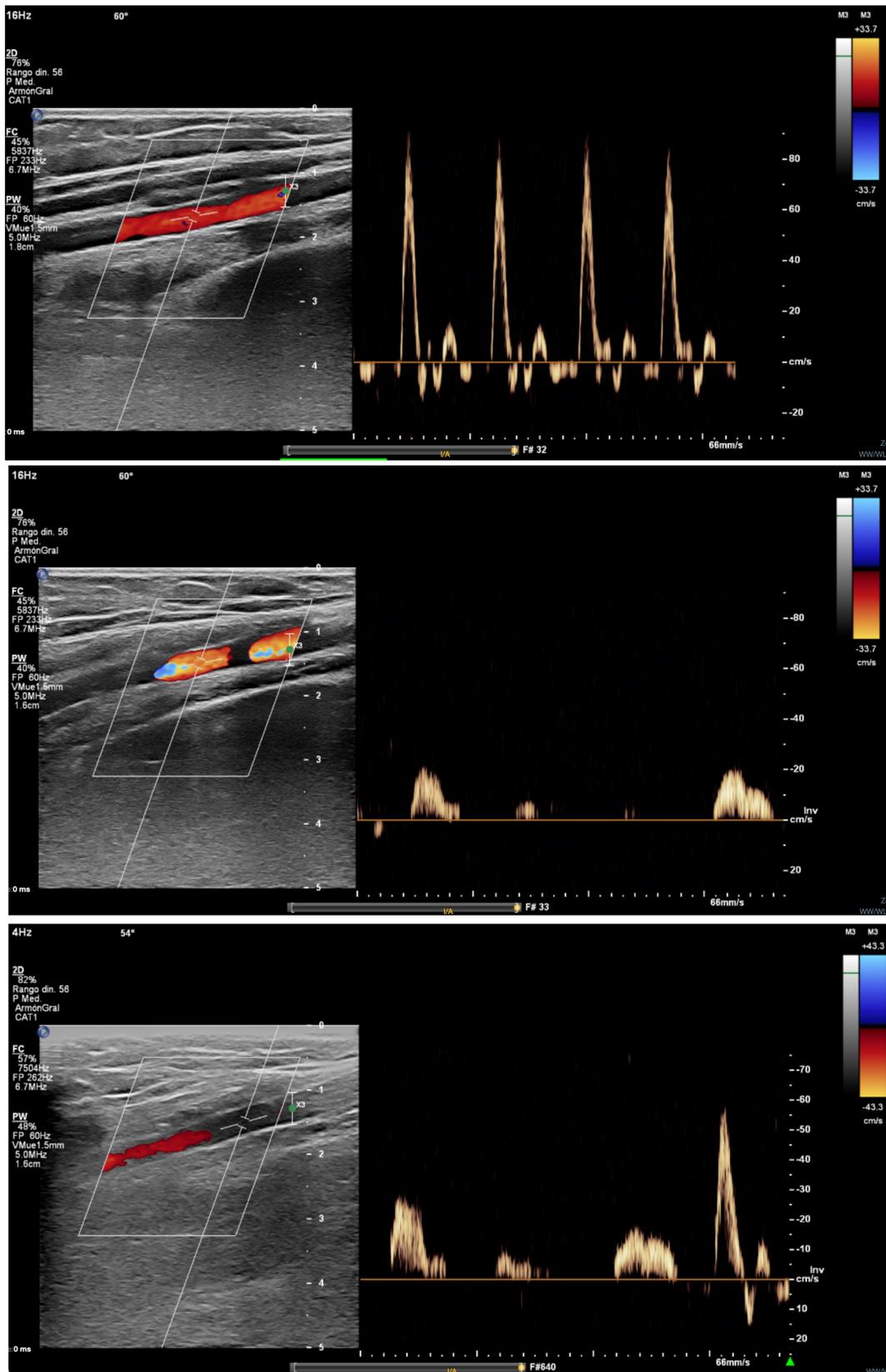


Fig. 9. Ecografía con Doppler color. Se evidencian cambios en la morfología espectral en la arteria braquial cuando se modifica la posición del brazo, desde una posición neutra (normal) hacia la abducción del mismo (flujo de tipo post-obstructivo). Este hallazgo aislado no determina por si solo un diagnóstico de SOT arterial.

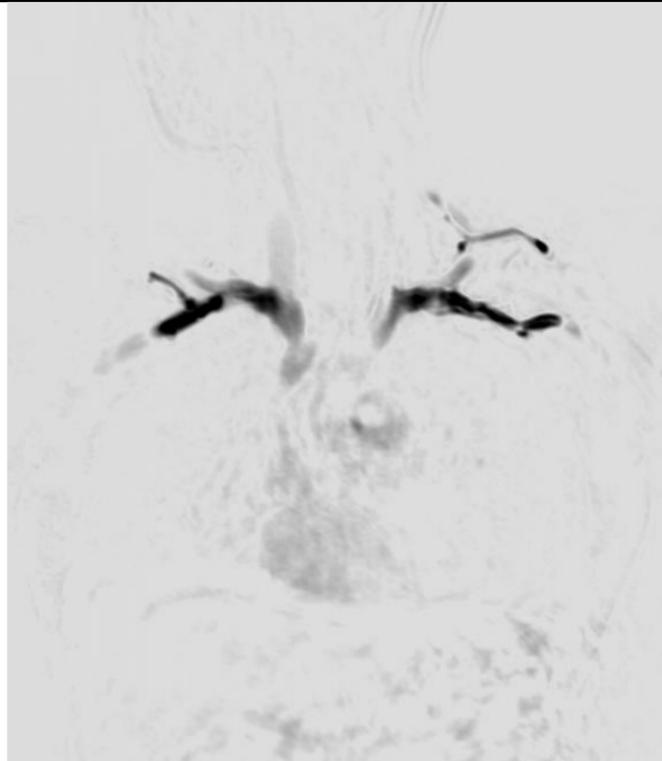
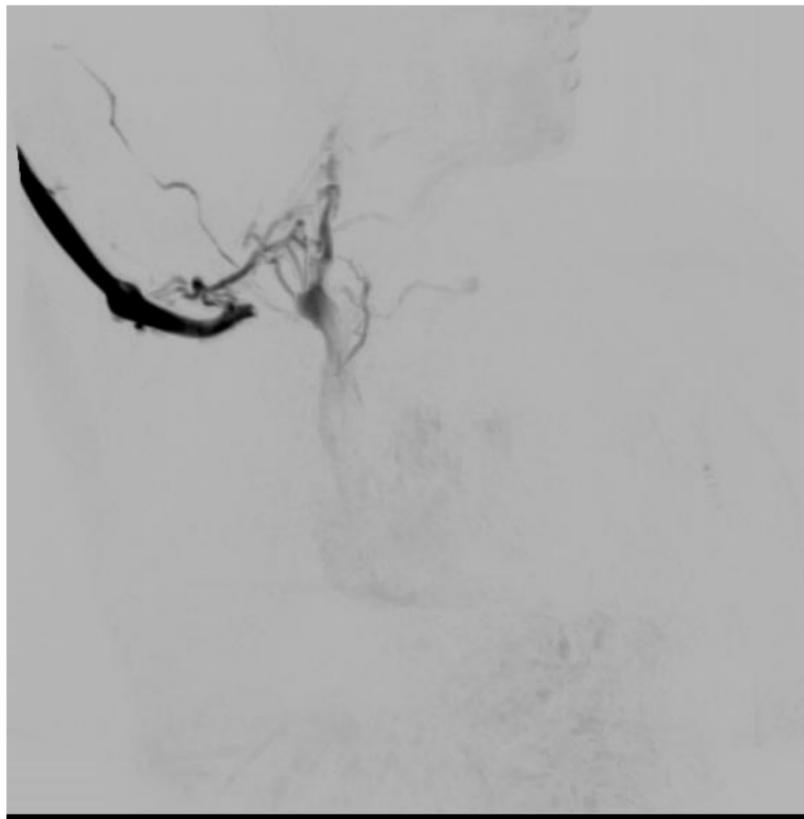


Fig. 10. Se muestra una AngioRM, en tiempo arterial y venoso, del opérculo torácico. Se realizaron adquisiciones en posición neutra (aducción) y con los miembros superiores en abducción con rotación cefálica. Se observó una compresión intermitente (posicional) de la vena subclavia derecha: En la secuencia angiográfica para tiempo venoso y en posición neutra (imagen de arriba), se observa calibre y tinción conservada de las venas axilares y subclavias. Con las maniobras de abducción del brazo derecho y cefalogiria izquierda (imagen del medio), se demuestra defecto de señal segmentario de la vena subclavia derecha en el compartimento costoclavicular. Nótese tinción de vasos colaterales venosos proximales a la obstrucción. Las maniobras realizadas con el brazo izquierdo y rotación cefálica contralateral (imagen de abajo), no producen modificaciones significativas de calibre de la vena subclavia izquierda. En particular no hay signos de trombosis venosa.

CONCLUSIONES

El radiólogo juega un papel preponderante en el manejo de los pacientes con SOT.

Después de la Radiografía torácica y cervical, la Ecografía Doppler Color y la AngioRM son los métodos de imágenes no invasivos y no ionizantes más comúnmente utilizados en pacientes con sospecha de SOT, debiendo realizarse con maniobras de provocación que demuestren el sitio de compresión.

Es importante comprender que la compresión vascular por sí sola no es suficiente para el diagnóstico de SOT, para evitar diagnósticos erróneos y potenciales tratamientos quirúrgicos innecesarios.

La Ecografía Doppler color presenta una alta sensibilidad y especificidad, no es invasiva, no utiliza radiación ionizante y es más económica con respecto al resto de los exámenes. Sus desventajas incluyen una ventana acústica limitada y ser operador dependiente.

La AngioRM tiene la ventaja de ser un examen no invasivo y no ionizante, proporcionando más detalles anatómicos precisos del estrecho torácico superior necesarios para la planificación quirúrgica.

REFERENCIAS

- Constantine A. Raptis, et al. Imaging of the Patient with Thoracic Outlet Syndrome. RadioGraphics. Vol. 36, No. 4. Jun 3 2016. <https://doi.org/10.1148/rg.2016150221>
- Jones, Mark R et al. "Thoracic Outlet Syndrome: A Comprehensive Review of Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment." Pain and therapy vol. 8,1 (2019): 5-18. doi:10.1007/s40122-019-0124-2
- Farina, R., Foti, P.V., Conti, A. et al. "The role of ultrasound imaging in vascular compression syndromes." Ultrasound J 13, 4 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13089-020-00202-6>
- Hu J, Biederman R, Kashyap K, et al. Duplex ultrasound in the evaluation of venous and arterial thoracic outlet syndrome. JRSM Open. March 2021. doi: 10.1177/2054270420983101
- Mall, Nathan A et al. "Paget-schroetter syndrome: a review of effort thrombosis of the upper extremity from a sports medicine perspective." Sports health vol. 5,4 (2013): 353-6. doi:10.1177/1941738112470911
- Wadhvani R, Chaubal N, Sukthankar R, Shroff M, Agarwala S. Color Doppler and duplex sonography in 5 patients with thoracic outlet syndrome. J Ultrasound Med. 2001 Jul;20(7):795-801. doi: 10.7863/jum.2001.20.7.795. PMID: 11444739.
- Farina, R., Foti, P.V., Conti, A. et al. The role of ultrasound imaging in vascular compression syndromes. Ultrasound J 13, 4 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13089-020-00202-6>
- Xavier Demondion et al. Imaging Assessment of Thoracic Outlet Syndrome. RadioGraphics. Vol. 26, No. 6. 2006. <https://doi.org/10.1148/rg.266055079>
- Baz, A.A. An overview of the findings of dynamic upper limbs' arterial and venous duplex in cases of vascular thoracic outlet syndrome. Egypt J Radiol Nucl Med 50, 76 (2019). <https://doi.org/10.1186/s43055-019-0100-1>