

Síndrome del robo de la subclavia. Descripción de un caso, aproximación diagnóstica y tratamiento

Oliverio Vargas Pérez, MD*

Carlos Julio Salcedo Hernández, MD**

Resumen

El síndrome de robo de la subclavia ocurre por una estenosis proximal de la arteria subclavia, el cual va a producir un flujo retrógrado de la arteria vertebral ipsilateral que va a actuar como flujo colateral. La isquemia afecta el cerebro y el miembro superior del lado de la estenosis manifestándose con síntomas neurológicos, aunque el mayor porcentaje de estos pacientes son asintomáticos lo cual se debe a que el polígono de Willis aporta una circulación colateral adecuada. El primer paso después de la sospecha clínica de este síndrome, es solicitar una ecografía doppler de vasos de cuello el cual va a mostrar un flujo retrógrado de la arteria vertebral, esto se confirma con una angiografía la cual demuestra el flujo inverso de la arteria vertebral y la estenosis proximal de la subclavia. En ese momento el radiólogo intervencionista puede realizar una angioplastia con colocación de stent, la cual ha demostrado permeabilidad de hasta un 90% a tres años. Otras técnicas diagnósticas utilizadas son la tomografía computarizada con multidetectores y la resonancia nuclear magnética, ambas con reconstrucción tridimensional de imágenes. [Vargas O, Salcedo CJ. Síndrome del robo de la subclavia. Descripción de un caso, aproximación diagnóstica y tratamiento. *MedUNAB* 2006; 9:168-173].

Palabras clave: Arteria subclavia, Arteria vertebral, Polígono de Willis, Síndrome de robo de la subclavia.

Summary

The subclavian steal syndrome is due to a proximal stenosis of the subclavian artery that leads to a retrograde flow in the ipsilateral vertebral artery that acts as a collateral. Ischemia affects the brain and the upper limb of the stenotic side causing neurological symptoms, although the greater percentage of these patients are asymptomatic since the circle of Willis permits a suitable collateral circulation. The first step after the clinical suspicion of this syndrome, is to perform a Doppler ultrasound of the vessels of the neck which finds a retrograde flow of the vertebral artery, this is confirmed by an angiography which demonstrates the inversion of flow of the vertebral artery and the proximal stenosis of the subclavia. Once the diagnosis is confirmed an angioplasty with a stent placement is indicated yielding a permeability of 90% in three years. Other diagnostic techniques used are multidetector CT and magnetic resonance both with three-dimensional reconstruction of images. [Vargas O, Salcedo CJ. Subclavian steal syndrome. Case presentation, diagnostic approach and treatment. *MedUNAB* 2006; 9(2):168-173].

Key words: Subclavian artery, Vertebral artery, Circle of Willis, Subclavian artery steal syndrome.

* Profesor Asociado, Facultad de Medicina; Especialización en Radiología e Imágenes Diagnósticas, Universidad Autónoma de Bucaramanga; coordinador Radiología Intervencionista, Fundación Oftalmológica de Santander Clínica Carlos Ardila Lülle, Bucaramanga, Colombia.

** Residente, Especialización en Radiología e Imágenes Diagnósticas, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Fundación Oftalmológica de Santander Clínica Carlos Ardila Lülle, Bucaramanga, Colombia.

Correspondencia: Dr. Vargas, Centro Médico Carlos Ardila Lülle, piso 5, módulo 15, Urbanización El Bosque, Bucaramanga, Colombia.

Artículo recibido: 16 de junio de 2006; aceptado: 21 de julio de 2006.

El síndrome de robo de la subclavia ocurre por una estenosis proximal de la arteria subclavia el cual va a producir un flujo retrógrado de la arteria vertebral ipsilateral que va a actuar como flujo colateral. La isquemia afecta el cerebro y el miembro superior del lado de la estenosis manifestándose con síntomas neurológicos, aunque el mayor porcentaje de estos pacientes son asintomáticos lo cual se debe a que el polígono de Willis aporta una circulación colateral adecuada.¹

Historia clínica

Paciente de sexo femenino de 57 años de edad, con cuadro de seis meses de evolución consistente en mareos ocasionales, con dolor y sensación de cansancio y adormecimiento en el miembro superior izquierdo. Como antecedentes importantes hay hipertensión arterial en tratamiento y ser fumadora desde hace 20 años. No hay antecedente de diabetes o dislipidemia. Al examen físico se encontró una paciente en buenas condiciones generales, con presión arterial de 130/90 mm de Hg y una frecuencia cardíaca de 80 por minuto. La palpación mostró una disminución en la intensidad del pulso a nivel de la arteria radial izquierda. El médico tratante le solicita ecografía doppler de vasos de cuello, obteniéndose las imágenes que aparecen en las figuras 1 a 3.

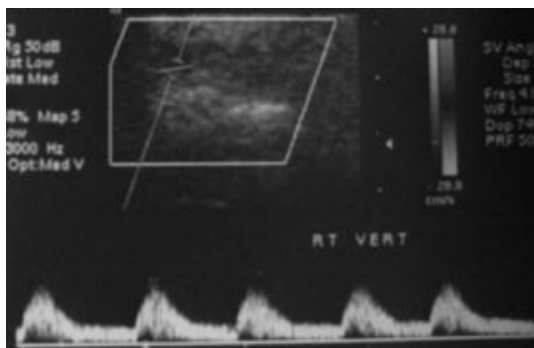


Figura 1. Arteria vertebral derecha con flujo monofásico, anterógrado, de baja resistencia.

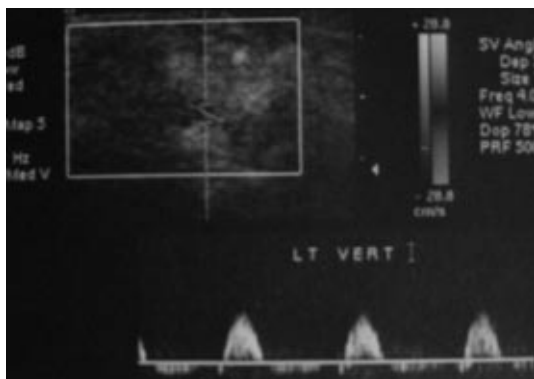


Figura 2. Arteria vertebral izquierda con flujo retrógrado dado por inversión de la onda en diástole

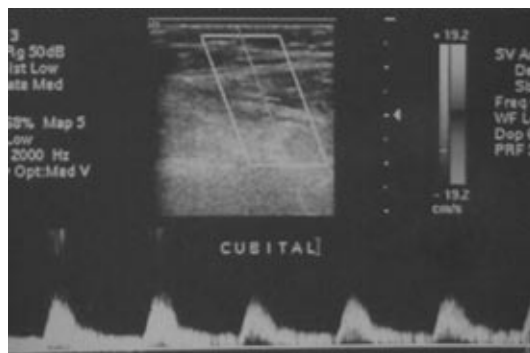


Figura 3. Arteria cubital izquierda con onda espectral de tipo monofásica de baja resistencia.

La ecografía doppler color de vasos del cuello mostró flujo retrógrado en la arteria vertebral izquierda y ondas monofásicas en las arterias del miembro superior izquierdo, con lo cual se hizo una impresión diagnóstica de síndrome de robo de la subclavia izquierda por posible estenosis previa a la emergencia de la arteria vertebral izquierda, la cual es hemodinámicamente significativa. Se realiza arteriografía para confirmar el diagnóstico, evidenciándose flujo retrógrado en la arteria vertebral izquierda y área de estenosis del 90% en el *ostium* de la arteria subclavia izquierda (figura 4). Durante mismo procedimiento angiográfico se realizó angioplastia y colocación de *stent* en la arteria subclavia izquierda (figura 5), con posterior permeabilización del 100% de la arteria (figura 6).

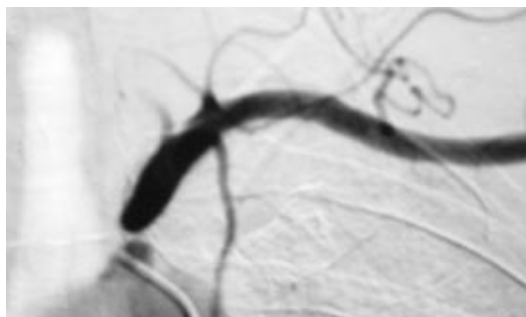


Figura 4. Imagen que muestra estenosis de la arteria subclavia izquierda proximal al origen de la arteria vertebral.

El síndrome de robo de la subclavia

Ante la presencia de un paciente con cuadro clínico de síntomas neurológicos y/o isquemia en uno de los miembros superiores y enmarcado dentro de una historia clínica sugestiva, se debe tener dentro de los diagnósticos diferenciales el síndrome de robo de la subclavia y aprovechar las ventajas que aporta un estudio no invasivo y costo efectivo como es la ecografía doppler color de vasos de cuello para evaluar las arterias carótidas y vertebrales y el cual permite documentar o descartar el mismo.

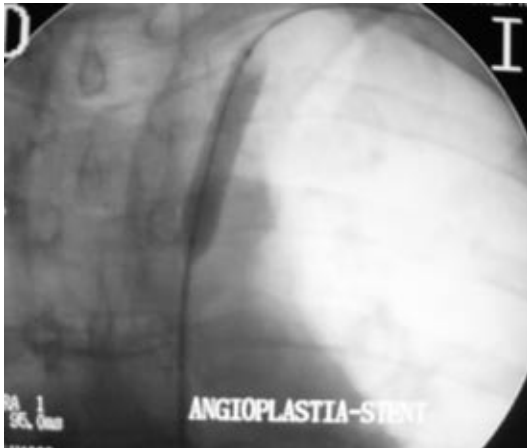


Figura 5. Imagen que muestra la colocación del stent posterior a la angioplastia de la arteria subclavia izquierda.

El término robo de la subclavia ha sido utilizado para describir el flujo de sangre retrógrado en la arteria vertebral asociado con estenosis u oclusión proximal de la arteria subclavia ipsilateral proximal al origen de la arteria vertebral.¹

La incidencia del síndrome de robo de la subclavia es mayor en hombres en una relación 1,5-2:1, sin embargo cuando la enfermedad es secundaria a la arteritis de Takayasu es mayor el porcentaje de afectación en la mujer. El síndrome se presenta en mayores de 50 años cuando la aterosclerosis es la patología causal, mientras que en los menores de 30 años más del 90% de los casos es causado por la arteritis de Takayasu, siendo el factor causal de alrededor del 36% de los casos presentados en personas de raza oriental. En Estados Unidos, el Estudio de Obstrucción Arterial extracraneal encontró una incidencia de un 17% de estenosis en la subclavia, la arteria innominada o ambas, pero el robo solo ocurrió en un 2,5% de los casos, de estos el 80% tenía obstrucción extracraneal asociada y solo un 5,3% tenía síntomas neurológicos.²

En los pacientes con robo de la subclavia el riesgo de *stroke* no está documentado pero parece ser bajo. Bornstein y Norris encontraron en un seguimiento de 500 pacientes entre 2 y 4 años una incidencia del fenómeno del 9%, y del síndrome del 1%, ningún paciente presentó apoplejía durante el estudio.³

Etiología. La causa más común de obstrucción de la arteria subclavia es la aterosclerosis. Los factores de riesgo para desarrollar las placas de ateromas son clasificados en modificables y no modificables. Los no modificables son el sexo masculino y la historia familiar y los modificables son el consumo de cigarrillo, diabetes, hipertensión, hipercolesterolemia y la hiperhomocistinemia. Otras causas menos comunes de robo de la subclavia son: la enfermedad de Takayasu, la arteritis temporal y las lesiones congénitas del arco aórtico y de la arteria subclavia.⁴

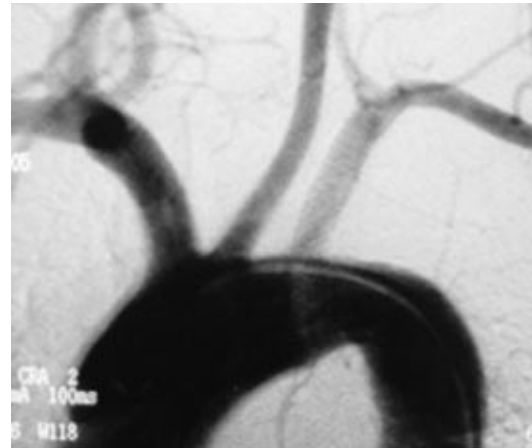


Figura 6. Imagen que muestra desaparición de la estenosis de la arteria subclavia izquierda proximal posterior a la colocación del stent.

La arteria vertebral usualmente se origina como la primera rama de la arteria subclavia, en el 6% de la población la arteria vertebral izquierda sale directamente del arco aórtico y no de la subclavia, por lo cual la oclusión de la subclavia ipsilateral no va a generar flujo reverse en la misma. La arteria vertebral asciende por el foramen vertebral cervical y pasa a través del foramen magno y no tiene ramas mayores en el cuello. Después de originar la arteria cerebelosa posteroinferior, las arterias vertebrales se unen y forman la arteria basilar (figura 7).⁵

La relación de afectación de la subclavia izquierda es mayor 3-4:1 con respecto a la derecha, muy probablemente esto se relaciona con la turbulencia que genera la aterosclerosis la cual afecta más el ángulo agudo de salida que tiene la subclavia izquierda.

Fisiopatología. El robo de la subclavia produce síntomas relacionados con el flujo invertido más que fenómenos embólicos. Cuando una lesión aterosclerótica proximal de la subclavia progresa hasta hacerse hemodinámicamente significativa, los vasos colaterales de la arteria subclavia empiezan a aumentar de tamaño y la extremidad superior empieza a depender de estos vasos alargados originados de la subclavia distal a la obstrucción. Estos vasos colaterales sirven como punto de entrada para flujo sanguíneo retrógrado proveniente de cabeza, cuello y hombro, los cuales van a proveer una adecuada perfusión a la extremidad. Cuando el brazo es ejercitado, los vasos se dilatan permitiendo la llegada de sangre a los músculos isquémicos y se produce disminución de la resistencia de los vasos de salida, por lo cual se produce un efecto de sifonaje de sangre de cabeza, cuello y hombro, la cual llega a través de los vasos colaterales a suplir esta disminución de la resistencia vascular, satisfaciendo de esta manera el aumento en la demanda de oxígeno generada por el ejercicio. Cuando el ejercicio cesa se aumenta de nuevo la resistencia en los vasos de salida, con lo cual se disminuye o desaparece el flujo retrógrado de los vasos colaterales, en

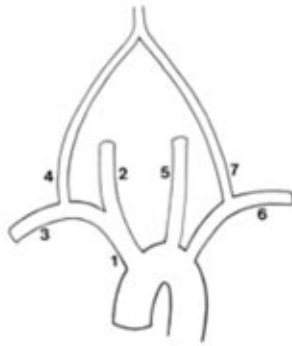


Figura 7. Anatomía normal del arco aórtico y los grandes vasos. 1: tronco braquiocefálico, 2: arteria carótida común derecha, 3: arteria subclavia derecha, 4: arteria vertebral derecha, 5: arteria carótida común izquierda, 6: arteria subclavia izquierda, y 7: arteria vertebral izquierda.

este caso de la arteria vertebral. El flujo retrógrado de la arteria vertebral ocurre entonces como un flujo colateral compensatorio al territorio vascular distal de la estenosis de la subclavia (figura 8).³

El incremento de flujo y posterior aparición de síntomas también puede ocurrir cuando se produce hiperemia periférica reactiva en el brazo subsiguiente a la insuflación de un brazalete o cuando se genera una limitación en el flujo retrógrado de la vertebral hacia la subclavia obstruida por ejemplo en los movimientos del cuello. El robo de la subclavia puede clasificarse con respecto a las alteraciones hemodinámicas que sufre la arteria vertebral, así:⁵

- Tipo I: con mínimos cambios hemodinámicos, donde la ecografía doppler color muestra flujo anterógrado con leve desaceleración medio diastólica, que puede tornarse flujo retrógrado en respuesta al test de hiperemia reactiva en el brazo ipsilateral a la oclusión.
- Tipo II: con cambios hemodinámicos moderados, donde la ecografía doppler color muestra flujo reverso parcial.
- Tipo III: donde se presenta flujo retrógrado de manera permanente.

A pesar que el flujo retrógrado a través de la arteria vertebral afecta la circulación cerebral, esto no produce síntomas a menos que se presente isquemia cerebral. Cuando la isquemia cerebral se presenta con el flujo retrógrado de la arteria vertebral, es porque generalmente hay lesiones oclusivas de otros vasos de la circulación cerebral. Alrededor del 80% de los pacientes con robo de la subclavia y síntomas cerebrales presentan lesiones de la vertebral contralateral, de las arterias carótidas o de ambas.²

La más importante circulación colateral de la fosa posterior está dada por el polígono de Willis, principalmente por la arteria comunicante posterior. En casos en que esta circulación esté ausente o sea anómala, por ejemplo por una estenosis carotídea extracraneal, el incremento de la

demanda sanguínea del miembro superior afectado puede generar los síntomas. Este es el fundamento por el cual se cree que la enfermedad arterial cerebral hemodinámicamente importante (o de los vasos que la componen) es un prerrequisito para el desarrollo del síndrome.³

Aunque el flujo retrógrado de la arteria vertebral asociado con la oclusión de la subclavia no es inusual que se presente, los síntomas neurológicos seguidos al ejercicio del miembro superior ipsilateral son menos frecuentes y el mayor porcentaje de estos pacientes son asintomáticos.³ La definición de síndrome de robo de la subclavia incluye:

- Síntomas neurológicos debidos a isquemia cerebral que inician con ejercicio del miembro superior ipsilateral.
- Disminución en la presión sanguínea en el miembro superior ipsilateral a la estenosis u oclusión de la arteria subclavia.

El término síndrome de robo de la subclavia debe ser reservado entonces para el flujo retrógrado de la arteria vertebral asociado a síntomas neurológicos transitorios de isquemia cerebral y el término fenómeno de robo de la subclavia al flujo retrógrado de la arteria vertebral sin síntomas.

Clinica. El mayor porcentaje de los pacientes con flujo retrógrado de la arteria vertebral son asintomáticos y son diagnosticados incidentalmente en un estudio ecográfico doppler de vasos de cuello. Igualmente, la estenosis de la arteria subclavia proximal frecuentemente no produce síntomas isquémicos del miembro superior. La isquemia muscular de los miembros superiores para que produzca calambres generalmente se produce en personas que realizan labores fuertes, principalmente elevando los miembros superiores por encima de la cabeza. Si el ejercicio excede la capacidad de la circulación colateral de generar el aporte sanguíneo y de oxígeno requerido, la isquemia cerebral podría ocurrir debido al efecto de sifonaje que va a robar flujo de la circulación vertebral basilar.¹

Numerosos síntomas se asocian con la isquemia cerebral posterior. Vértigo y mareo ocurren en más de la mitad de

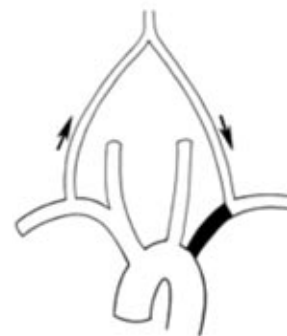


Figura 8. Robo de la Subclavia izquierda. Diagrama que muestra oclusión de la arteria subclavia izquierda proximal al origen de la vertebral. La dirección del flujo es anterógrado en la arteria vertebral derecha y retrógrado en la izquierda.

los pacientes. El síncope y la disartria han sido vistos en una cuarta parte de los pacientes. Los síntomas visuales asociados a disfunción vestibular y/o *nistagmus* incluyen sensación de movimiento de los objetos, diplopía y pérdida de la capacidad de fijar o de la visión monocular o binocular. Afortunadamente la isquemia cerebral transitoria rara vez progresa a infarto cerebral en más del 25% de los pacientes.²

Un hallazgo invariable en los pacientes con robo de la subclavia sintomáticos es una diferencia (promedio 45 mm Hg.) en la presión sistólica braquial y en los pulsos entre los miembros superiores del paciente. El verdadero robo de la subclavia no puede ocurrir en ausencia de flujo retrógrado vertebral asociado a estenosis u oclusión proximal de la subclavia ipsilateral. En una persona saludable la presión a nivel de los brazos debe ser similar. Sin una diferencia notoria de presión en los miembros superiores del paciente, no puede existir una oclusión o estenosis de la arteria subclavia. Por ello con un adecuado examen físico, el clínico puede sospechar o descartar una lesión de la subclavia. Síntomas similares podrían ser producidos por lesiones ateroscleróticas de la arteria vertebral, la cual debería ser sospechada en ausencia de alteraciones de la presión braquial con clínica de isquemia cerebral posterior.

Al examen físico el pulso radial o cubital está ausente o débil en presencia de reducción de la presión ipsilateral (mayor de 20 mm de Hg), comparada con el brazo contralateral sugieren la presencia del síndrome. A la auscultación se pueden encontrar soplos a nivel de los vasos de cuello. El test de hiperemia reactiva (insuflar un manguito en el brazo afectado por encima de la presión sistólica) puede provocar síntomas vertebro basales al causar vasodilatación y disminución de la resistencia vascular periférica resultando en un efecto de succión que aumenta el flujo reverso de la arteria vertebral.⁵

Exámenes diagnósticos. *Ecografía doppler color de vasos de cuello.* Es el examen de elección para esta patología ya que proporciona la mejor relación costo-beneficio y no utiliza radiación ionizante. En este estudio se evalúan las arterias carótida común, carótida interna, carótida externa y las arterias vertebrales y es el objetivo principal detectar y caracterizar la enfermedad aterosclerótica y las estenosis hemodinámicamente significativas.⁶

La arteria vertebral se identifica colocando el transductor de forma sagital y localizando la arteria carótida común; una vez esta se encuentra, el transductor se desplaza haciendo un barrido lateralmente hasta encontrar las apófisis transversas de los cuerpos vertebrales cervicales donde se encuentra la arteria vertebral.⁷

Normalmente la arteria vertebral es un vaso de baja resistencia con un flujo en dirección anterógrado. La onda doppler es monofásica con un flujo diastólico prominente y un espectro ensanchado. El ensanchamiento espectral se ve normalmente en vasos con un volumen relativamente grande para un diámetro pequeño de la luz. El pico sistólico y la velocidad diastólica son en promedio de

56 y 17 cms/sg respectivamente y el índice de resistencia promedio es de 0,69.⁸ Se considera que en un 96% de los pacientes es posible obtener una adecuada evaluación de las arterias vertebrales y su dirección de flujo a través de la ecografía doppler color.⁹

Los cambios más tempranos se presentan con la estenosis proximal de la arteria subclavia y producen una disminución en la velocidad media sistólica a nivel de la arteria vertebral ipsilateral. Con el progreso de la estenosis se hace más lenta la velocidad media sistólica y esto terminará produciendo el flujo reverso tanto en sístole como en la diástole, que es un indicador de un alto grado de estenosis o de obstrucción de la subclavia. Una onda monofásica de baja resistencia va a reemplazar la onda normal trifásica de alta resistencia que hay en la subclavia distal y en las arterias del miembro superior. La onda tipo *tardus parvus* (tiempo prolongado de ascenso sistólico con disminución del pico de velocidad sistólico) se va a presentar en los estados más avanzados de la enfermedad. La demostración del flujo reverso vertebral hace el diagnóstico de fenómeno de robo de la subclavia.

En un estudio realizado con 957 pacientes, en 1.914 arterias vertebrales se encontraron en 40 de ellas alteraciones de la morfología normal de la onda que causaban desaceleración del flujo en la velocidad media sistólica, los cuales fueron agrupados según cuatro prototipos de ondas, así:⁴

- Tipo 1. Flujo vertebral anterógrado con pequeña y aguda desaceleración de la mitad de la diástole que causa una muesca en la onda espectral.
- Tipo 2. Se evidencia una hendidura en la onda sistólica que ocasiona dos picos sistólicos, en el cual el segundo pico es de menor tamaño que el primero.
- Tipo 3. El punto más bajo de la hendidura de la mitad de la sístole se encuentra por debajo de la línea de base, pero rápidamente se recupera produciendo flujo anterógrado.
- Tipo 4. El punto más bajo de la hendidura de la mitad de la sístole cae francamente por debajo de la línea de base causando flujo retrógrado, el cual retorna en la diástole a su curso anterógrado.

La ecografía del arco aórtico y los grandes vasos proximales es difícil técnicamente de realizar, por lo tanto la ecografía de las arterias carótidas y arterias vertebrales es una ventana que nos permite una evaluación indirecta de los primeros.⁴

Angiografía. Puede utilizarse la angiografía convencional o la sustracción digital. Se puede identificar el arco aórtico con flujo anterógrado de la vertebral en los casos de estenosis menores proximales de la subclavia (figura 4). En la medida que se aumenta el grado de estenosis de la subclavia, se va a observar un menor grado de llenamiento anterógrado de la arteria vertebral y en los casos más avanzados se observa un flujo descendente o retrógrado en las imágenes tardías. Es importante además la evaluación de las arterias carótidas, sistema vertebro basilar y

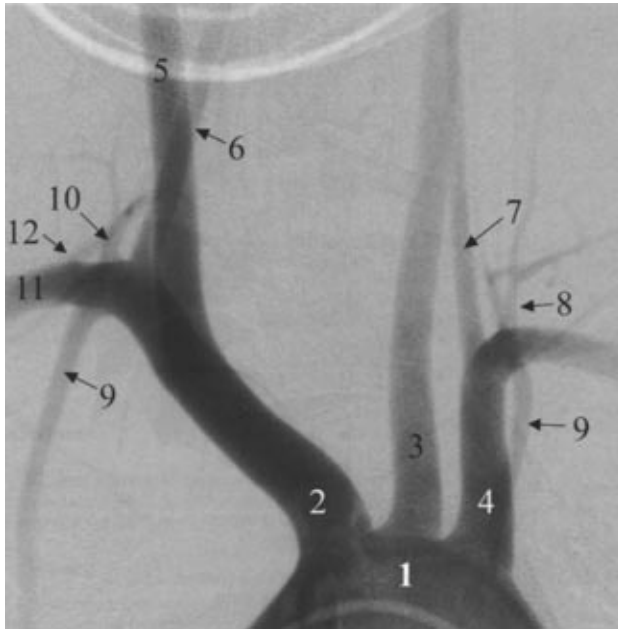


Figura 9. Angiografía que muestra: 1. Cayado aórtico, 2. Tronco braquiocefálico, 3. Arteria carótida común izquierda, 4. Arteria subclavia izquierda, 5. Arteria carótida común derecha, 6. Arteria vertebral derecha, 7. Arteria vertebral izquierda, y 11. Arteria subclavia derecha.

arterias cerebrales buscando enfermedad concomitante. La figura 9 muestra una angiografía dentro de límites normales.

Resonancia nuclear magnética. Varios estudios han mostrado la utilidad de la angio resonancia como examen no invasivo en el diagnóstico del síndrome. Diferentes métodos se han utilizado para demostrar la presencia de flujo anterógrado o retrógrado a nivel de las arterias vertebrales y lo que se ha observado es retardo en el tiempo de realce arterial de la arteria vertebral ipsilateral del lado del robo de la subclavia en todos los pacientes con el síndrome, lo cual es presumiblemente explicado por la demora en el tránsito del contraste causado por el flujo retrógrado. La ausencia del retardo en el realce arterial en el paciente tratado sugeriría la exitosa corrección del mismo. Recientemente la angioresonancia tridimensional con medio de contraste se ha usado para valorar los vasos del arco aórtico proximal y las arterias vertebrales y, aunque facilita el evaluar la presencia de obstrucción o estenosis, no permite valorar la dirección del flujo.¹⁰

Tratamiento. Los objetivos en estos pacientes son muy claros: restaurar el flujo anterógrado a nivel de la arteria vertebral, aliviar la hipoperfusión cerebral y sus síntomas asociados, y mejorar la perfusión de la extremidad comprometida. Para ello existen dos posibilidades terapéuticas:

- Angioplastia transluminal percutánea: en la cual se accede a través de la arteria femoral común a la circu-

lación arterial y se llega a la subclavia donde se realiza una angioplastia con balón, encontrando reportes de permeabilidad a dos años de un 83%.¹¹ Tiene la ventaja de una baja morbilidad, la cual generalmente se asocia con hematomas en el sitio de acceso arterial. En la actualidad se está complementando la angioplastia con el uso de *stents*, los cuales están mostrando permeabilidades mayores del 90% a los tres años de la realización del procedimiento.

- Revascularización quirúrgica: es un procedimiento quirúrgico mayor en el cual se realiza un *bypass* en la subclavia, que puede ser con un injerto venoso autólogo o con material protésico, los cuales han mostrado reportes de permeabilidad a cinco años de 92% y 58 % respectivamente. La transposición carótido subclavia se realiza cuando se presentan embolizaciones a partir de la estenosis de la subclavia. La mortalidad de este procedimiento está documentada entre un 0,4% a 2,4%.¹²

Referencias

1. Parrot JD. The subclavian steal syndrome. *Arch Surg* 1969; 88:661-5.
2. Moran KT, Zide RS, Persson AV, Jewell ER. Natural history of subclavian steal syndrome. *Am Surg* 1988; 54:643-4.
3. Bornstein NM, Norris JW. Subclavian steal: a harmless haemodynamic phenomenon? *Lancet* 1986; 2(8502):303-5.
4. Horrow MM, Stassi J. Sonography of the vertebral arteries. A window to disease of the proximal great vessels. *Am J Roentgenol* 2001; 177:53-9.
5. Kliever MA, Hertzberg BS, Kim DH, Bowie JD, Courneya DL, Carroll BA. Vertebral artery doppler waveform changes indicating subclavian steal physiology. *Am J Roentgenol* 2000; 174:815-9.
6. Rohren EM, Kliever MA, Carroll BA, Hertzberg BS. A spectrum of doppler waveforms in the carotid and vertebral arteries. *Am J Roentgenol* 2003; 181:1695-704.
7. Tahmasebpour HR, Buckley AR, Cooperberg PL, Fix CH. Sonographic examination of the carotid arteries. *RadioGraphics* 2005; 25:1561-75.
8. Trattnig S, Hubsch P, Schuster H, Polzleitner D. Color-coded doppler imaging of normal vertebral arteries. *Stroke* 1990; 21:1222-5.
9. Colquhoun I, Oates CP, Martin K, Hall K, Whittingham TA. The assessment of carotid and vertebral arteries: a comparison of CFM duplex ultrasound with intravenous digital subtraction angiography. *Br J Radiol* 1992; 65:1069-74.
10. Wu C, Zhang J, Ladner CJ, Babb JS, Lamparello PJ, Krinsky GA. Subclavian steal syndrome: diagnosis with perfusion metrics from contrast enhanced MR angiographic bolus-timing examination — Initial experience. *Radiology* 2005; 235:927-33.
11. Subclavian artery steal syndrome: treatment by percutaneous transluminal angioplasty. *Am J Roentgenol* 1988; 151:291-4.
12. Vitti MJ, Thompson BW, Read RC, Gagne PJ, Barone GW, Barnes RW, et al. Carotid-subclavian bypass: a twenty-two-year experience. *J Vasc Surg* 1994; 20:411-7.