



ANILLOS VASCULARES, HALLAZGOS POR RESONANCIA MAGNÉTICA

Vascular Rings, Magnetic Resonance Findings

Pedro Abad¹
Sara Mesa¹
Ricardo Uribe²
Ana María Alvarado²
Sebastián Isaza²



Palabras clave (DeCS)

Anillo vascular
Aorta torácica
Arteria subclavia
Arteria pulmonar
Imagen por resonancia
magnética

Key words (MeSH)

Vascular ring
Aorta thoracic
Subclavian artery
Pulmonary artery
Magnetic resonance
imaging

Resumen

Los anillos vasculares son un espectro de patologías en las que el arco aórtico, la arteria pulmonar o la ramificación de los vasos supraaórticos tienen un origen o trayecto anormal y pueden comprimir la tráquea o el esófago, lo cual genera diferentes síntomas, como los respiratorios, que son los más comunes. Estas patologías pueden estar asociadas a malformaciones cardíacas, del tracto gastrointestinal y en otros sistemas. Se realiza una revisión de la literatura sobre la embriología, epidemiología, clínica y hallazgos imagenológicos en resonancia magnética de los principales anillos vasculares.

Summary

Vascular rings are a spectrum of pathologies where the aortic arch, pulmonary artery and/or the supra-aortic vessels have a different origin or an abnormal course; this may or may not produce tracheal and/or esophageal compression. These entities have a variable clinical presentation, with respiratory symptoms being the most common. They are associated with cardiac, gastrointestinal and other system malformations. We reviewed the available literature about the embryology, epidemiology, clinical and Magnetic resonance imaging findings of the most common vascular rings.

Introducción

Un anillo vascular se forma cuando la tráquea y el esófago están rodeados completamente por estructuras derivadas de los arcos aórticos primitivos (1). Entre estos vasos se encuentran el arco aórtico (único o doble), ramas del arco aórtico y de las arterias pulmonares, el conducto arterioso y el ligamento arterioso (2). Son aproximadamente el 1 % de todas las malformaciones cardíacas congénitas (3) y están asociadas a alteraciones genéticas, como microdeleciones del locus 22q11.2 (2). Esta compresión puede resultar en síntomas originados en la vía aérea superior o disfagia; sin embargo, hay un amplio espectro de manifestaciones clínicas, que pueden ir desde pacientes asintomáticos hasta recién nacidos con dificultad respiratoria grave. En general, los síntomas más comunes incluyen: estridor, disfa-

gia, sibilancias, disnea, tos e infecciones respiratorias recurrentes (4).

Los anillos vasculares se clasifican en completos (tráquea y esófago rodeados completamente por las estructuras vasculares) e incompletos (estructuras vasculares que causan compresión, sin formar un círculo completo) (5) (cuadro 1).

Las malformaciones más comunes son el doble arco aórtico, arco aórtico derecho con subclavia izquierda aberrante, arco aórtico izquierdo con subclavia derecha aberrante y el origen anómalo de la arteria pulmonar izquierda también conocido como “sling” pulmonar (3,6).

Las imágenes de rayos X de tórax y estudios digestivos baritados hacen sospechar esta enfermedad y pueden utilizarse como métodos no invasivos de tamizaje; sin embargo, debe confirmarse con imágenes multiplanares, como tomografía computarizada (TC)



¹Radiólogo(a) Instituto de Alta Tecnología Médica (IATM). Medellín, Colombia.

²Residentes de Radiología Universidad CES. Medellín, Colombia.

o resonancia magnética (RM) (4). La angiotomografía computarizada (ATC) es un método rápido de alta sensibilidad y especificidad y capacidad de evaluar la vía aérea, lo que la convierte en el examen de elección para confirmar el diagnóstico. Sin embargo, tiene como desventajas las altas dosis de medio de contraste, de radiación ionizante. La RM tiene como ventajas la resolución de contraste, la ausencia de radiación ionizante, la evaluación complementaria de la anatomía intracardiaca, la función ventricular y la relación entre el anillo y la tráquea y el esófago. Las principales desventajas de la RM son los tiempos largos de adquisición, que generalmente requieren de sedación e intubación, su menor resolución espacial en comparación con la ATC, y su alto costo. Adicionalmente, la evaluación de la vía aérea puede ser limitada por la intubación orotraqueal, especialmente en este grupo de pacientes que pueden tener comprometida la vía aérea (5,7).

El centro de imágenes donde se hizo el estudio está especializado en RM y se ha convertido en un referente para la realización de estudios cardiovasculares en la población pediátrica. El protocolo de RM cardiovascular incluye imágenes anatómicas, cine, angiografía 3D, cuantificación de flujo, entre otras. El estudio vascular lleva a encontrar, en muchos casos, variantes anatómicas vasculares e incluso a diagnosticar patologías no sospechadas previamente, lo que indica cambios en el tratamiento. Los anillos vasculares, completos o incompletos, se visualizan en estos pacientes y aunque tradicionalmente la RM no es la técnica de elección, su aporte a la valoración integral de la cardiopatía congénita es importante.

Cuadro 1. Clasificación de los anillos vasculares

Anillos vasculares completos
Doble arco aórtico y arco aórtico derecho con arteria subclavia izquierda aberrante y conducto (90 %)
Arco aórtico izquierdo con aorta descendente derecha y conducto derecho
Arco aórtico derecho con aorta descendente izquierda y conducto izquierdo
Arco aórtico izquierdo con arteria subclavia derecha aberrante y conducto derecho
Anillos vasculares completos
Origen anómalo de la arteria pulmonar izquierda <i>sling</i> pulmonar
Síndrome de compresión de la arteria innominada

Fuente: Backer y Mavroudis (8).

Embriología

La aorta inicia su desarrollo en la tercera semana de gestación (9). Según la teoría de Edwards, existe un sistema de doble arco donde inicialmente existen dos aortas primitivas, cada una formada por un segmento dorsal y uno ventral. Estos segmentos están comunicados por 6 pares de arcos aórticos o faríngeos. Los segmentos ventrales forman la aorta ascendente, los dorsales dan origen a la aorta descendente y el cuarto arco aórtico izquierdo forma el arco aórtico izquierdo (10,11). Los terceros arcos dan origen a las arterias carótidas, el cuarto arco derecho junto con la séptima arteria intersegmental forman la arteria subclavia derecha. Los quintos arcos involucionan y los sextos arcos

forman las arterias pulmonares y el conducto arterioso (6,12,13). El sistema de arcos rodea la tráquea y el esófago, por esta razón, cuando persisten o involucionan segmentos de manera inapropiada, se forman los anillos vasculares (10) (figura 1).

El arco aórtico es derecho o izquierdo dependiendo de cuál bronquio fuente cruce el arco (10).

2.1 Doble arco aórtico

El doble arco aórtico (DAA) resulta de la persistencia de los cuartos arcos aórticos primitivos. Cada arco da origen a las arterias subclavias y a las arterias carótidas comunes por separado (14). Se denomina *dominante* el arco de mayor tamaño. El arco aórtico derecho es el dominante en el 75 % a 81 % de los casos (1,15), en el 16 % el izquierdo es dominante y en un 3 % es codominante (7). La configuración más común es un arco derecho, con aorta descendente izquierda y un ligamento arterioso izquierdo. El arco izquierdo puede presentar un diámetro pequeño e incluso ser atrésico, con un tracto fibroso y un divertículo en la base del segmento interrumpido (figura 2). Este tracto es generalmente ipsilateral a la aorta descendente y se localiza distal al origen de la arteria subclavia (2,14). Es importante determinar cuál es el arco dominante para definir el abordaje quirúrgico, el cual se realiza por el lado no dominante (16).

Se ha informado que el DAA es el anillo vascular sintomático prevalente, y representa hasta el 60 % de los casos (3,17). Es sintomático en la mayoría de los casos, dado que la tráquea y el esófago están completamente rodeados y comprimidos. Los principales síntomas son sibilancias, estridor, taquipnea, cianosis y disfagia. Puede estar asociado a tetralogía de Fallot y trasposición de grandes vasos (5,18,19).

En RM se encuentran dos arcos aórticos que se originan de la aorta ascendente y se extienden a cada lado del esófago y la tráquea (figura 3). El arco dominante es de mayor tamaño y se encuentra opuesto a la aorta descendente. También se puede encontrar el signo de “cuatro arterias”: dos arterias carótidas ventrales y dos arterias subclavias dorsales separadas de manera uniforme, formando una figura trapezoidal alrededor de la tráquea (figura 4) (2,20).

Múltiples signos indican DAA cuando existe un arco atrésico: a) un divertículo en la región proximal de la aorta descendente opuesto al arco aórtico permeable (21), b) aorta descendente contralateral al arco aórtico, c) arteria subclavia distorsionada con un curso más inferior y posterior debido a la atresia del segmento distal a su origen (22) (figura 5).

2.2 Arco aórtico derecho con arteria subclavia izquierda aberrante

El arco aórtico derecho (AAD) es una variante anatómica presente hasta en el 0,1 % de la población adulta (23,24). El anillo vascular ocurre con la combinación de un AAD y una arteria subclavia izquierda aberrante (ASIA) que se origina como última emergencia del arco. La arteria subclavia atraviesa el mediastino de derecha a izquierda con curso posterior al esófago configurando un anillo vascular incompleto (25). Junto con un ligamento arterioso izquierdo conforma un anillo vascular completo (26). El AAD y la ASIA se relacionan con tetralogía de Fallot, aunque la asociación con cardiopatías congénitas es relativamente baja (27).

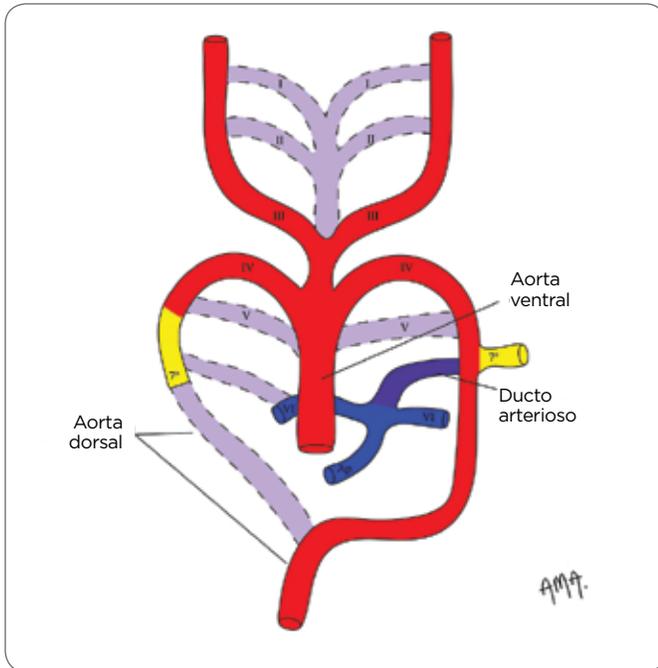


Figura 1. Esquema de la teoría de Edwards del sistema de doble arco que se encuentra rodeando la tráquea y el esófago. Existen dos aortas primitivas, cada una formada por un segmento dorsal y ventral, comunicados por 6 pares de arcos aórticos o faríngeos. Los segmentos ventrales forman la aorta ascendente y los segmentos dorsales dan origen a la aorta descendente. Los terceros arcos (III) dan origen a las arterias carótidas. El cuarto arco aórtico izquierdo forma el arco aórtico izquierdo. Si persiste el arco aórtico derecho e involucre al arco aórtico izquierdo, da origen a un arco aórtico derecho. Si persisten los dos cuartos arcos aórticos se origina un doble arco aórtico. Los sextos arcos forman las arterias pulmonares (Ap) y el conducto o ductus arterioso (morado). Las séptimas arterias intersegmentales cervicales (7ª) forman las arterias subclavas. El cuarto arco derecho involucre, excepto por su porción proximal, la cual junto con la séptima arteria intersegmental (7ª) forma la arteria subclava derecha. Los primeros, segundos y quintos arcos involucren (líneas punteadas). Fuente: elaboración de la autora Ana María Alvarado

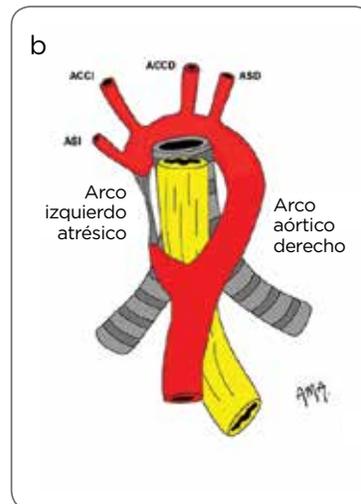
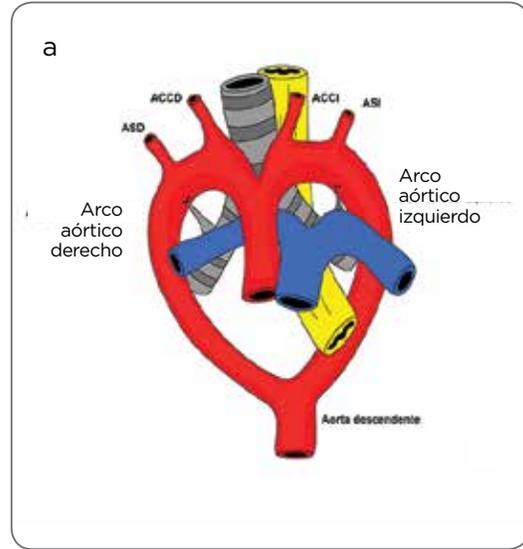


Figura 2. Doble arco aórtico. a) La ilustración muestra la apariencia de un doble arco aórtico. La tráquea y el esófago se encuentran rodeados completamente por las estructuras vasculares. Del arco izquierdo se originan la arteria carótida común izquierda (ACCI) y la arteria subclava izquierda (ASI). Del arco aórtico derecho se originan la arteria carótida común derecha (ACCD) y la arteria subclava derecha (ASD). b) Vista posterior de un doble arco aórtico con segmento atrésico, el cual conecta la arteria subclava izquierda con la aorta descendente y produce tracción inferior de la misma. Fuente: elaboración de la autora Ana María Alvarado

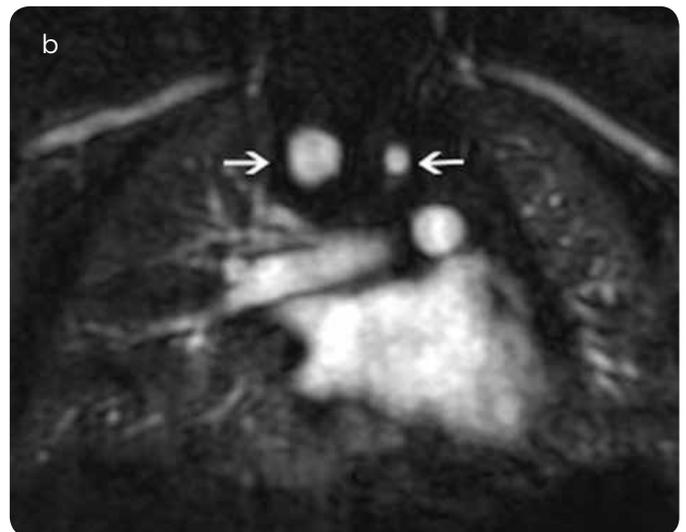
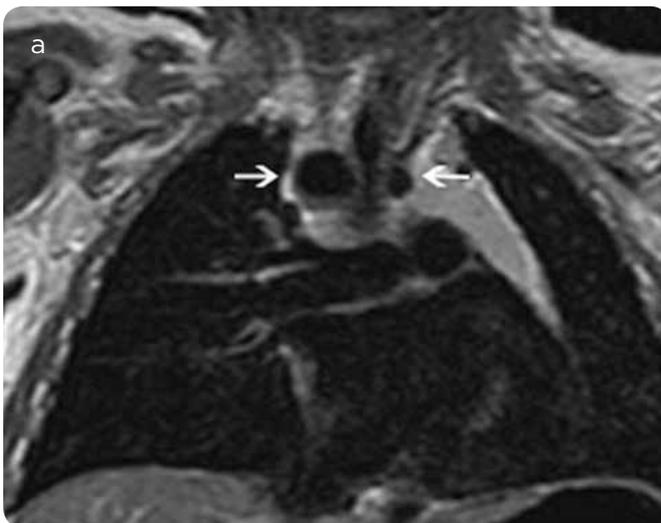


Figura 3. Doble arco aórtico, con arco derecho dominante. Paciente de 13 meses de edad con sospecha de retorno venoso parcial pulmonar anómalo. a) Coronal con información T2. b) Reconstrucción coronal de angiografía 3D. Se observan dos estructuras vasculares (flechas) a cada lado de la tráquea, con disminución leve de su calibre.

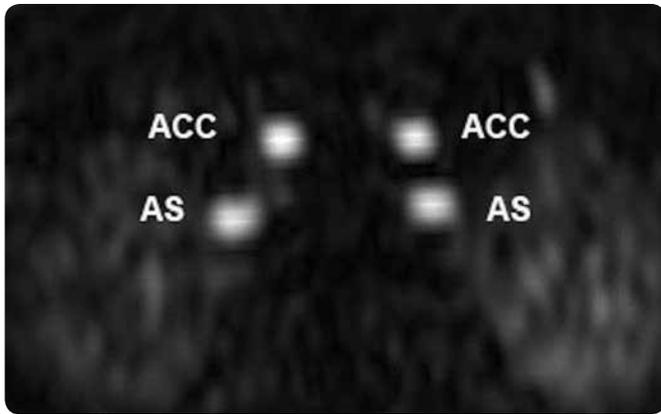


Figura 4. Signo de las cuatro arterias. Reconstrucción axial de angiografía 3D del mismo paciente de la imagen 1. Se observan 4 arterias supraaórticas, que muestran una forma trapezoidal simétrica. Las arterias carótidas comunes tienen una posición ventral (ACC) y las arterias subclavias (AS) se localizan dorsalmente.

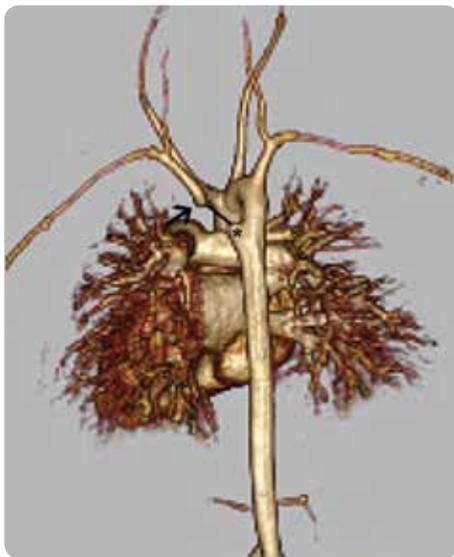


Figura 5. Reconstrucción de angiografía 3D, vista posterior. Se observa doble arco aórtico con segmento atrésico (línea) distal al origen de la arteria subclavia izquierda, que se encuentra distorsionada (flecha). Divertículo en la región proximal de la aorta descendente, opuesto al arco aórtico permeable (asterisco).

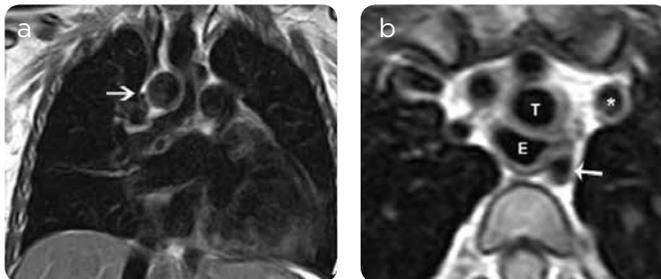


Figura 6. Arteria subclavia izquierda aberrante. Paciente de 8 años de edad con tetralogía de Fallot. a) Coronal y b) axial, con información T2: arco aórtico derecho (flecha en a), con estructura vascular (flecha en b) que cursa posterior al esófago (E). Esta estructura corresponde a la arteria subclavia izquierda, la cual tiene un origen aberrante. Adicionalmente, se identifica vena cava derecha persistente (*). Tráquea (T).

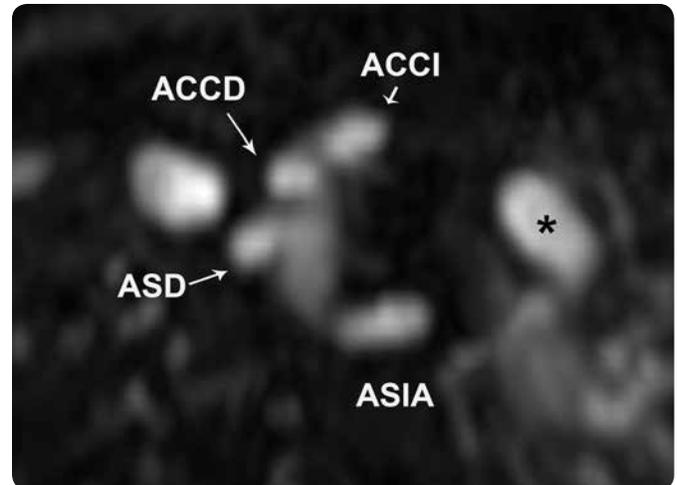


Figura 7. Arteria subclavia izquierda aberrante. Reconstrucción multiplanar axial oblicua de angiografía 3D, que muestra el origen de los vasos supraaórticos. La arteria carótida común izquierda (ACCI) es la primera rama del arco. La arteria subclavia izquierda tiene un origen aberrante y es el último vaso en originarse del arco. Adicionalmente, se observa vena cava izquierda persistente (asterisco). ASIA: arteria subclavia izquierda aberrante; ACCD: arteria carótida común derecha. ASD: arteria subclavia derecha.

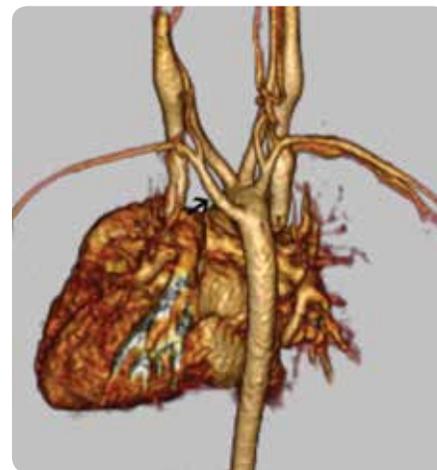


Figura 8. Arteria subclavia izquierda aberrante. Reconstrucción de angiografía 3D, vista posterior, muestra arco aórtico derecho y arteria subclavia izquierda aberrante (flecha).

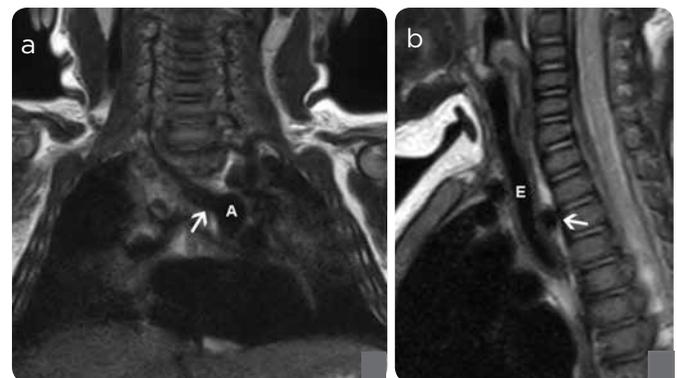


Figura 9. Arteria subclavia derecha aberrante. a) RM coronal con información T2 y b) sagital: arco aórtico izquierdo (A), con estructura vascular (flecha) con curso retroesofágico (E). Esta estructura corresponde a la arteria subclavia derecha con origen aberrante.

En algunos casos, el origen de la arteria subclavia izquierda aberrante muestra una dilatación que se ha denominado “divertículo de Kommerell” (28). Un divertículo aumentado de tamaño puede indentar la pared posterior del esófago y la tráquea, lo cual genera la aparición de síntomas (10).

El origen embriológico del AAD y la ASIA radica en la interrupción del arco izquierdo hipotético de Edward entre la carótida común izquierda y la arteria subclavia izquierda ipsilateral (29,30). El patrón de ramificación del arco es: la carótida común izquierda es la primera rama, seguida de la carótida común derecha, las arterias subclavias derechas y la arteria subclavia aberrante izquierda. La aorta torácica descendente se ubica usualmente en el lado derecho o cerca de la línea media (31). Si bien este tipo de configuración es la más sintomática, la mayoría de los pacientes son asintomáticos debido a que el anillo es laxo y ejerce poco efecto compresivo (16).

En pacientes con anillo vascular completo, las imágenes axiales (ATC y RM) demuestran 4 ramificaciones braquiocefálicas separadas que emergen del arco aórtico. La arteria subclavia izquierda es la última rama del arco aórtico con curso retroesofágico; puede originarse del divertículo de Kommerell (32). La tráquea distal puede estar comprimida en grados variables (16) (figuras 6 a 8).

2.3 Arco aórtico izquierdo con subclavia derecha aberrante

El arco aórtico izquierdo (AAI) con arteria subclavia derecha aberrante (ASDA) es la anomalía congénita más común del arco aórtico con una prevalencia en la población general del 0,5 al 2 % (33). Esta variante resulta de la regresión del arco derecho entre la arteria carótida común derecha y la arteria subclavia derecha. La arteria subclavia derecha se origina en la aorta torácica descendente proximal configurando de esta manera el siguiente patrón de ramificación: Carótida común derecha, carótida común izquierda, subclavia izquierda y ASDA (31). La ASDA es, entonces, la última ramificación del arco y típicamente tiene un curso retroesofágico oblicuo caudo-craneal de izquierda a derecha. Usualmente la alteración se asocia a un conducto izquierdo, aun así, no se configura un anillo vascular completo porque tan solo 3 lados de la tráquea y el esófago son comprimidos por elementos vasculares (20).

Esta anomalía típicamente se encuentra de forma aislada, pero se puede asociar, con menor frecuencia, con otras anomalías congénitas que incluyen: coartación aórtica, conducto arterioso persistente, defectos del septo ventricular y anormalidades de las carótidas o las arterias vertebrales. Los pacientes con trisomía 21 la tienen, con una alta prevalencia, hasta del 35 % (10).

La compresión del esófago puede ocurrir hasta en un 10 % de los adultos con esta anomalía, lo cual causa dificultad para la deglución (34). La disfagia asociada con ella se conoce como *lusoria*. La disfagia *lusoria* es más común en adultos en la cuarta o quinta década de la vida (20).

La RM identifica el origen aberrante de la subclavia derecha como última ramificación del arco aórtico derecho y se puede confirmar su curso retroesofágico con dirección a la derecha (figuras 9 y 10) el origen del vaso aberrante puede estar dilatado y configurar un divertículo de Kommerell. Pueden verse alteraciones vasculares, como calcificaciones o dilataciones patológicas (20).

2.4 Arco aórtico derecho con ramificación en espejo con conducto arterioso retroesofágico permeable

Se produce cuando hay persistencia del cuarto arco derecho y regresión parcial del cuarto arco izquierdo entre la arteria subclavia y la aorta descendente (3,35). La persistencia del ligamento arterioso o conducto arterioso izquierdo forma el anillo vascular completo (12), aparece en el 75 % de los pacientes con arco aórtico derecho y vasos en espejo (20). El ligamento arterioso nace en la aorta descendente proximal, pasa posterior al esófago y la tráquea para insertarse en la arteria pulmonar izquierda (12,20).

El patrón de ramificación en esta configuración del arco aórtico es la siguiente: arteria braquiocefálica izquierda (se divide en arteria carótida común izquierda y arteria subclavia izquierda), arteria carótida común derecha y arteria subclavia derecha. La aorta descendente se ubica al lado derecho (20,36) (figuras 11 y 12).

El 66 a 98 % de los pacientes con esta clase de anillo vascular padecen enfermedad cardíaca congénita (1,6,12,25), y la más común es la tetralogía de Fallot (20). Ya que este anillo es formado por un ligamento, no se forma una estenosis significativa de la vía aérea, produce pocos síntomas y en general, es un hallazgo incidental (6).

En RM o ATC se sospecha cuando se observa una “escotadura” en la aorta, (2,12,20) aunque en algunos casos, si el ligamento es grueso, se puede identificar en TC (2). Si el anillo es secundario al conducto arterioso se puede observar con mayor facilidad (16). El diagnóstico también se realiza si se identifica compresión esofágica o traqueal o si existen síntomas de anillo vascular (12). El tratamiento para este anillo vascular es la cirugía de disección del ligamento (12,35).

2.5 Origen anómalo de la arteria pulmonar izquierda o sling pulmonar

La obstrucción traqueal secundaria al origen anormal de la arteria pulmonar izquierda fue descrita por primera vez en 1897 por Glaevecke y Doehle (36). En esta patología, la arteria pulmonar izquierda nace de la arteria pulmonar derecha, cruza por encima del bronquio principal derecho y se dirige posterior a la tráquea y anterior al esófago para configurar un anillo incompleto (37-40); este también se puede formar si existe conducto arterioso persistente o ligamento ductal (41,42) (figura 13).

La fisiopatología de esta entidad no se conoce actualmente, pero la teoría más aceptada es que la arteria pulmonar izquierda posbronquial no se conecta con el sexto arco aórtico izquierdo, sino con el derecho (43), cruza posterior a la tráquea para generar la honda o *sling* pulmonar. En caso de conectarse en la porción anterior se crea el *pseudosling* pulmonar (35,38,41,42).

El *sling* pulmonar es una anomalía congénita rara (39,43), con influencia genética (41,44). Los pacientes en la infancia temprana presentan síntomas respiratorios y dificultad para alimentarse (40). La gravedad de los síntomas varía dependiendo del efecto compresivo sobre la vía aérea y el esófago (16,38,41,45). En algunos casos, los pacientes pueden llegar a la vida adulta sin síntomas, para luego presentar síntomas como disfagia (38).

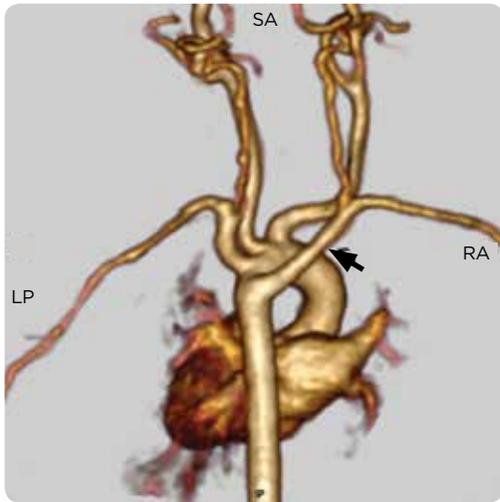


Figura 10. Arteria subclavia derecha aberrante. Reconstrucción de angiografía 3D, vista posterior: arco aórtico izquierdo y arteria subclavia derecha aberrante (flecha).

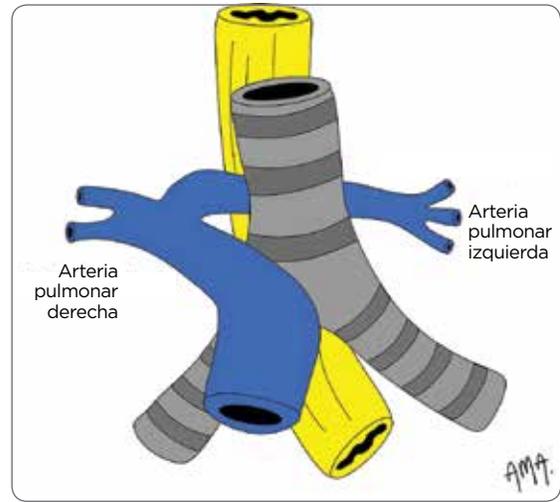


Figura 13. *Sling* de la arteria pulmonar. La ilustración muestra el origen anómalo de la arteria pulmonar izquierda, la cual se origina de la arteria pulmonar derecha, cruza entre la tráquea y el esófago hasta alcanzar el hilio pulmonar derecho. Fuente: elaboración de la autora Ana María Alvarado



Figura 11. Arco aórtico derecho con ramificación en espejo. Paciente de 5 años de edad con antecedente de tratamiento de cardiopatía congénita. Coronal con información T2: arco aórtico derecho (flecha) pasando a la derecha de la tráquea.

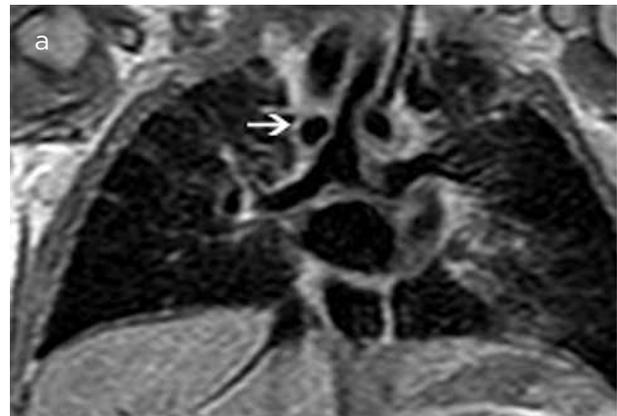


Figura 14. *Sling* de la arteria pulmonar. Paciente de 3 meses de edad con sospecha de atresia de la arteria pulmonar izquierda. a) Coronal con información T2: dos estructuras vasculares a cada lado de la tráquea que causan su compresión. La estructura de la derecha es la arteria pulmonar izquierda (flecha). b) Axial con información T2, sangre blanca: arteria pulmonar izquierda con origen en la arteria pulmonar derecha y posteriormente cruza entre la tráquea y el esófago (flecha).

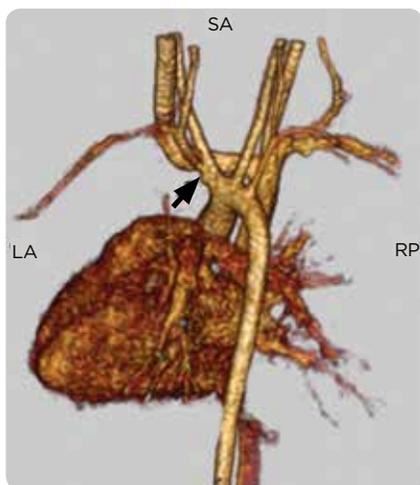


Figura 12. Arco aórtico derecho con ramificación en espejo. Reconstrucción de angiografía 3D, posterior: arco aórtico derecho. La primera rama es el tronco braquiocefálico izquierdo (flecha), seguido de la arteria carótida común derecha y de la arteria subclavia derecha.

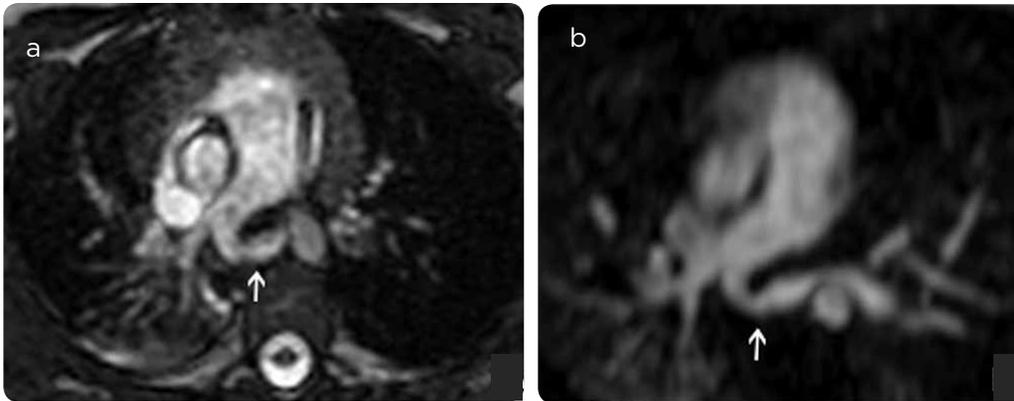


Figura 15. *Sling* de la arteria pulmonar. Paciente de 12 meses de nacido con sospecha de anillo vascular por hallazgo de hemitórax izquierdo hiperlúcido. a) RM Axial con información T2 sangre blanca, b) reconstrucción multiplanar de angiografía 3D: la arteria pulmonar izquierda (flechas) se origina en la arteria pulmonar derecha, cruzando entre la tráquea y el esófago hasta alcanzar el hilio pulmonar izquierdo. También, atelectasia derecha e hiperinsuflación pulmonar izquierda que causa dextroposición.



Figura 16. *Sling* de la arteria pulmonar. Reconstrucción de angiografía 3D: origen anómalo de la arteria pulmonar izquierda, en la arteria pulmonar derecha.

Esta anomalía se asocia a otras malformaciones, de las cuales, la principal es el espectro VACTER (anormalidades vertebrales, ano imperforado, anomalías cardíacas, fistula traqueoesofágica, anomalía renal, anomalía de extremidades) (41). Las anomalías cardíacas asociadas son las responsables de la mortalidad de los pacientes. Entre estas se encuentran la vena cava superior izquierda persistente (más común), seguida por la arteria subclavia derecha aberrante, coartación de aorta, comunicación interventricular y auricular, entre otras (41,46,47). Las anomalías gastrointestinales a las que puede estar asociada son atresia de vía biliar, divertículo de Meckel y enfermedad de Hirschprung (41).

2.5.1 Clasificación

Se divide en dos tipos que, a su vez, se dividen en subtipos (38,41,42).

Tipo I: El *sling* se encuentra por encima de la carina (T4-T5) (12) donde está en contacto con la tráquea distal y el bronquio principal derecho. Se acompaña de bronquiomalacia derecha con hiperinsuflación pulmonar ipsilateral asociada (41). En algunas ocasiones puede tener bronquio traqueal (41) y dependiendo de este hallazgo se clasifica en Tipo IA (ausente) y Tipo IB (presente) (41,48).

Tipo II: Es el tipo más común (39,47). Se puede acompañar de hipoplasia o agenesia del pulmón derecho o en algunos casos con hiperinsuflación pulmonar (41).

El *sling* se localiza a la altura de T5-T6 con la carina desviada hacia la izquierda y en forma de T (12,41) con ramificación bronquial anormal (41). Se divide en 2 tipos:

- El tipo IIA tiene un bronquio supranumerario, por lo general al lado derecho, con un bronquio traqueal o divertículo en el lugar donde debería estar la carina (41).
- En el tipo IIB la tráquea es larga, con una carina baja y con el ángulo bronquial aumentado (41). Se puede asociar a una estenosis traqueal intrínseca por anillos cartilaginosos completos (6,12,41,48).

La principal ventaja de la RM es que no utiliza radiación ionizante, aunque requiere sedación o anestesia y no tiene la misma resolución en el parénquima y vía aérea que la tomografía (39,41). En cardiopatías congénitas complejas, la RM es útil como parte del protocolo para el diagnóstico de estas patologías, y reduce en muchos casos la necesidad de más exámenes (49) (figuras 14 a 16).

El tratamiento depende del tipo de *sling* y de los síntomas. Si es tipo I y el paciente es asintomático se hace un seguimiento clínico, pero si presenta síntomas respiratorios se puede hacer una reimplantación del vaso. Para los pacientes tipo II se cree que la reimplantación de la arteria pulmonar no va mejorar los síntomas respiratorios por lo que siempre se debe hacer cirugía de la estenosis de la vía aérea (42,50).

Conclusión

Los anillos vasculares son un grupo de patologías que se manifiestan con síntomas respiratorios o disfagia, en las cuales el examen físico aporta poca información para su diagnóstico, por lo que se requieren imágenes diagnósticas, idealmente la tomografía. Muchos de estos pacientes tienen cardiopatías asociadas, por las que se les practica RM como parte del estudio, y en esta se encuentran, de manera incidental, patologías vasculares que pueden ser importantes para la valoración integral de la enfermedad de base. Es primordial conocer la embriología, la anatomía normal y las variantes anatómicas de la aorta y los vasos del cuello, con el fin de identificar estas patologías y hacer un diagnóstico adecuado, además de evaluar todas las posibles patologías cardíacas asociadas.

Referencias

1. Hernanz-Schulman M. Vascular rings: A practical approach to imaging diagnosis. *Pediatr Radiol*. 2005;35(10):961-79.
2. Gould SW, Rigsby CK, Donnelly LF, McCulloch M, Pizarro C, Epelman M. Useful signs for the assessment of vascular rings on cross-sectional imaging. *Pediatr Radiol*. 2015;45(13):2004-16.
3. Francois K, Panzer J, De Groot K, Vandekerckhove K, De Wolf D, De Wilde H, et al. Early and late results of surgically managed congenital vascular rings. *Cardiol Young*. 2015;25:S159.
4. Humphrey C. Decade of experience with vascular rings at a single institution. *Pediatrics*. 2006;117(5):e903-8.
5. Licari A, Manca E, Rispoli GA, Mannarino S, Pelizzo G, Marseglia GL. Congenital vascular rings: A clinical challenge for the pediatrician. *Pediatr Pulmonol*. 2015;50(5):511-24.
6. Browne LP. What is the optimal imaging for vascular rings and slings? *Pediatr Radiol*. 2009;39(suppl. 2).
7. Woods RK, Sharp RJ, Holcomb GW, Snyder CL, Lofland GK, Ashcraft KW, et al. Vascular anomalies and tracheoesophageal compression: A single institution's 25-year experience. *Ann Thorac Surg*. 2001;72(2):434-8.
8. Backer CL, Mavroudis C. Congenital heart surgery nomenclature and database project: vascular rings, tracheal stenosis, pectus excavatum. *Ann Thorac Surg*. 2000;69(4 Suppl):S308-18.
9. Schleich J-M. Images in cardiology. Development of the human heart: days 15-21. *Heart*. 2002;87(5):487.
10. Hanneman K, Newman B, Chan F. Congenital variants and anomalies of the aortic arch. *Radiographics*. 2016;36(1):160033.
11. Kimura-Hayama ET, Meléndez G, Mendizábal AL, Meave-González A, Zambrana GFB, Corona-Villalobos CP. Uncommon congenital and acquired aortic diseases: role of multidetector CT angiography. *Radiographics*. 2010;30(1):79-98.
12. Smith BM, Lu JC, Dorfman AL, Ghadimi Mahani M, Agarwal PP. Rings and Slings Revisited. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2015;23(1):127-35.
13. Sadler TW, Thomas W, Langman JM embryology. *Langman's medical embryology*. Journal of Chemical Information and Modeling. 2013;53:208-32.
14. Ganie IS, Amod K, Reddy D. Vascular rings: a radiological review of anatomical variations. *Cardiovasc J Afr*. 2016;27(1):30-6.
15. Backer CL, Mavroudis C, Rigsby CK, Holinger LD. Trends in vascular ring surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;129(6):1339-47.
16. Dillman JR, Attili AK, Agarwal PP, Dorfman AL, Hernández RJ, Strouse PJ. Common and uncommon vascular rings and slings: A multi-modality review. *Pediatr Radiol*. 2011;41(11):1440-54.
17. Berdon WE. Rings, slings, and other things: vascular compression of the infant trachea updated from the midcentury to the millennium--the legacy of Robert E. Gross, MD, and Edward B. D. Neuhauser, MD. *Radiology*. 2000;216(3):624-32.
18. Subramanian R, Venugopalan P, Narayan R. Vascular rings: an important cause of persistent respiratory symptoms in infants and children. *Indian Pediatr*. 2003;40(10):951-7.
19. Turner A, Gavel G, Coutts J. Vascular rings - Presentation, investigation and outcome. *Eur J Pediatr*. 2005;164(5):266-70.
20. Etesami M, Ashwath R, Kanne J, Gilkeson RC, Rajiah P. Computed tomography in the evaluation of vascular rings and slings. *Insights Imaging*. 2014;5(4):507-21.
21. Sena LM, Guillerman RP, Chung T, Dibardino DJ, Fraser CD. with Atresia of the distal left arch : Imaging. 2005;(May):1634-9.
22. Holmes KW, Bluemke DA, Vricella LA, Ravekes WJ, Kling KM, Spevak PJ. Magnetic resonance imaging of a distorted left subclavian artery course: An important clue to an unusual type of double aortic arch. *Pediatr Cardiol*. 2006;27(3):316-20.
23. Dmoysek V, Weber ED, Snow RD. Stenotic origin of an aberrant left subclavian artery from a right-sided aortic arch. A case report. *Angiology*. 1996;47(5):523-9.
24. Cinà CS, Arena GO, Bruin G, Clase CM. Kommerell's diverticulum and aneurysmal right-sided aortic arch: A case report and review of the literature. *J Vasc Surg*. 2000;32(6):1208-14.
25. Kanne JP, Godwin JD. Right aortic arch and its variants. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2010;4(5):293-300.
26. Felson B, Palayew MJ. The two types of right aortic arch. *Radiology*. 1963;81(5):745-59.
27. Knight L, Edwards JE. right aortic arch. *Circulation*. 1974;50(5):1047 LP-1051.
28. Faistauer A, Torres FS, Faccin CS. Right aortic arch with aberrant left innominate artery arising from Kommerell's diverticulum. *Radiol Bras*. 2016;49(4):264-6.
29. Fu M, Hung JS, Liao PK, Chang CH. Isolated right-sided patent ductus arteriosus in right-sided aortic arch. Report of two cases. *Chest*. 1987;91(4):623-5.
30. Floten HS, Rose DM, Cunningham JNJ. Surgical therapy of a dissecting aortic aneurysm involving a right-sided aortic arch. *J Am Coll Cardiol*. 1984;4(5):1058-61.
31. Türkvtan A, Büyükbayraktar FG, Ölçer T, Cumhuriyet T, Ölçer T, Cumhuriyet T. Congenital anomalies of the aortic arch: Evaluation with the use of multidetector computed tomography. *Korean J Radiol*. 2009;10(2):176-84.
32. Salantri J. MR angiography of aberrant left subclavian artery arising from right-sided thoracic aortic arch. *Br J Radiol*. 2005;78(934):961-6.
33. Cole TJ, Henry DA, Jolles H, Proto A V. Normal and abnormal vascular structures that simulate neoplasms on chest radiographs: clues to the diagnosis. *Radiographics*. 1995;15(4):867-91.
34. Raider L. The retrotracheal triangle. *Chest*. 1973;63(5):835-8.
35. Russell HM, Backer CL. Pediatric thoracic problems: Patent ductus arteriosus, vascular rings, congenital tracheal stenosis, and pectus deformities. *Surg Clin North Am*. 2010;90(5):1091-113.
36. Pawade A, de Leval MR, Elliott MJ, Stark J. Pulmonary artery sling. *Ann Thorac Surg*. 1992;54(5):967-70.
37. Ortigado Matamala A, García García A, Galicia Poblet G, Jiménez Bustos JM, De Juan Sánchez C. Sling de la arteria pulmonar asintomático: diagnóstico no invasivo. *An Pediatría*. 2010;72(3):205-9.
38. Ganesh V, Hoey ETD, Gopalan D. Pulmonary artery sling: an unexpected finding on cardiac multidetector CT. *Postgrad Med J*. 2009;85(1001):128-128.
39. Labelle MF, Rainer WG, Ratzler E, Miller KB. Surgical repair of pulmonary artery sling in an adult. *Ann Thorac Surg*. 2010;90(3):1009-11.
40. Chen S, Lee W, Lin M. Left pulmonary artery sling complex : Computed tomography and hypothesis of embryogenesis. *Ann Thorac Surg*. 2017;84:1645-50.
41. Newman B, Cho Y ah. Left pulmonary artery sling-anatomy and imaging. *Semin Ultrasound, CT MRI*. 2010;31(2):158-70.
42. Castañer E, Gallardo X, Rimola J, Pallardó Y, Mata JM, Perendreu J, et al. Congenital and acquired pulmonary artery anomalies in the adult: radiologic overview. *Radiographics*. 2006;26(2):349-71.
43. Lovett M, Ungerleider R, Ungerleider R. Pulmonary pulmonary artery sling and tracheal stenosis and tracheal bronchus presenting in a 2-year-old child. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;19:302-4.
44. Fraga JC, Gabra HOS, Calkoen EE, McLaren CA, Roebuck DJ, Elliott MJ. Long segment congenital tracheal stenosis in twins successfully treated by slide tracheoplasty. *J Pediatr Surg*. 2009;44(3):640-3.
45. Kussman BD, Geva T, McGowan FX. Cardiovascular causes of airway compression. *Paediatr Anaesth*. 2004;14(1):60-74.
46. Oshima Y, Yamaguchi M, Yoshimura N, Sato S, Muraji T, Nishijima E, et al. Management of pulmonary artery sling associated with tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg*. 2008;86(4):1334-8.
47. Xie J, Juan Y-H, Wang Q, Chen J, Zhuang J, Xie Z, et al. Evaluation of left pulmonary artery sling, associated cardiovascular anomalies, and surgical outcomes using cardiovascular computed tomography angiography. *Sci Rep*. 2017;7:40042.
48. Wells TR, Gwinn JL, Landing BH, Stanley P. Reconsideration of the anatomy of sling left pulmonary artery: the association of one form with bridging bronchus and imperforate anus. Anatomic and diagnostic aspects. *J Pediatr Surg*. 1988;23(10):892-8.
49. Lee K, Yoon C, Kim M, Yoon H. Use of imaging for assessing anatomical relationships of tracheobronchial anomalies associated with left pulmonary artery sling. *Pediatr Radiol*. 2001;31:269-79.
50. Kwak JG, Kim W-H, Min J, Lee C, Jang W, Lee C-H. Is tracheoplasty necessary for all patients with pulmonary artery sling and tracheal stenosis? *Pediatr Cardiol*. 2013;34(3):498-503.

Correspondencia

Ricardo Uribe González
 Residente de Radiología Universidad CES
 Diagonal 29D # 9A sur-150
 Medellín, Colombia
 ricardouribegonzalez@gmail.com

Recibido para evaluación: 20 de junio de 2017
 Aceptado para publicación: 10 de julio de 2018