



## Doble variación anatómica del cayado aórtico. Reporte de un caso

### Double anatomical variation of aortic arch. A case report



Al-Awad, Adel<sup>1,2</sup>; Ortega, José<sup>2</sup>; Pacheco, Ramón<sup>2</sup>; Sánchez, Arleen<sup>2</sup>; Sánchez, Mauribel<sup>2</sup>

Departamento de Ciencias Morfológicas, Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina,  
La Universidad del Zulia. (LUZ) Maracaibo - Venezuela

CEDIAH: Comunidad Estudiantil para la Difusión e Investigación de la Anatomía Humana,  
Escuela de Medicina de la Universidad del Zulia. (LUZ) Maracaibo - Venezuela

E-mail de autor: Adel Al-Awad [adelalawad@cantv.net](mailto:adelalawad@cantv.net)

<sup>1</sup>Profesor de Anatomía Humana de LUZ. Cirujano Hepatobiliar y Pancreático Hospital  
Coromoto de Maracaibo. Maracaibo, Venezuela.

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Morfológicas, Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina,  
La Universidad del Zulia. (LUZ)

#### Resumen

Del cayado aórtico (CA) nacen tres ramas: El tronco braquiocefálico (TB), la arteria carótida común izquierda (ACCI) y la subclavia izquierda (ASI); esto ocurre en el 70% de los casos. Variaciones en el desarrollo embriológico originan anomalías en la distribución de las ramas del CA.

**Objetivo:** eportar una variación anatómica del cayado aórtico que involucra la disposición de sus ramas colaterales, esto como aporte a la literatura para determinar la frecuencia de este tipo de anomalías presentes en dicha estructura.

**Materiales y métodos:** Se realizó la disección de corazón y sus grandes vasos en 28 cadáveres fijados en formol al 10% del Instituto Anatómico de la Facultad de Medicina de La Universidad del Zulia, todos mayores de edad.

**Resultados:** De las disecciones realizadas, solo un cadáver presentaba variación en las ramas del CA; de este emergían tres ramas, pero con diferente disposición: 1) El TB, dando como rama colateral a la ACCI, para luego terminar bifurcándose en subclavia derecha y carótida común derecha; 2) La arteria vertebral, la cual luego de un trayecto intratorácico penetraba en el canal vertebral y; 3) la ASI, naciendo del cayado a la izquierda del origen de la arteria vertebral.

**Conclusión:** En nuestro reporte existen dos variaciones arteriales. Es importante resaltar que la mayoría de las publicaciones en relación a estas variantes anatómicas reflejaban hallazgos aislados; si bien, encontrar una variante de estas no es muy común, encontrar dos en un mismo individuo es sumamente raro. Es indiscutible la importancia de mencionar la existencia de cambios morfológicos como el presente, los cuales deben ser tomados en cuenta en distintas sub-áreas quirúrgicas. Asimismo, se recomienda la realización de una investigación en Venezuela que cuantifique la incidencia de cambios en la morfología de las ramas del cayado aórtico, pues estos pueden variar en distintas partes del mundo, esto para disminuir los riesgos de complicaciones de las intervenciones realizadas en nuestro país.

**Palabras clave:** variante, cayado aórtico, arteria, carótida, vertebral.

#### Abstract

Three branches are born from the aortic arch (CA): the brachiocephalic trunk (TB), the left common carotid artery (ACCI) and the left subclavian vein (ASI); This happens in 70% of cases. Variations in the embryological development originate anomalies in the distribution of the CA branches.

**Objective:** To report an anatomical variation of the aortic arch that involves the arrangement of its collateral branches, as a contribution to the literature to determine the frequency of this type of abnormalities present in this structure.

**Materials and methods:** The dissection of the heart and its large vessels were performed in 28 cadavers fixed in formaldehyde to 10% of the Anatomical Institute of the Faculty of Medicine of the University of Zulia, all adults.

**Results:** Of the dissections made, only one cadaver presented variation in the CA branches; From this emerged three branches, but with different disposition: 1) The TB, giving as collateral branch to the ACCI, soon to end branching in the right subclavian and right common carotid; 2) The vertebral artery, which after an intrathoracic path entered the vertebral canal and; 3) the ASI, arising from the staff to the left of the origin of the vertebral artery.

**Conclusion:** In our report there are two arterial variations. It is important to note that most of the publications related to these anatomical variants reflected isolated findings; Although finding a variant of these is not very common, finding two in the same individual is extremely rare. The importance of mentioning the existence of morphological changes, such as the present one, is undisputed and must be taken into account in different surgical sub-areas. It is also recommended that a study be carried out in Venezuela to quantify the incidence of changes in the morphology of the branches of the aortic arch, since these can vary in different parts of the world, in order to reduce the risks of complications of the interventions performed in our country.

**Keywords:** variant, aortic arch, artery, carotid, vertebral.

## Introducción

Durante la formación de los arcos faríngeos en la cuarta y quinta semanas del desarrollo, cada arco recibe una arteria denominada "arco aórtico", derivadas del saco aórtico, donde se enumeran seis pares de arterias, una para cada arco faríngeo.

El tercer arco aórtico forma la arteria carótida común y la primera porción de la arteria carótida interna.

El cuarto arco aórtico es persistente en ambos lados pero con cambios en su evolución final; del lado izquierdo forma parte del tramo del cayado de la aorta que corresponde al nacimiento de la carótida común izquierda y la subclavia izquierda, el resto del cayado aórtico y de las carótidas internas y subclavia derecha es formado por las aortas dorsales; el cuarto arco derecho forma el segmento más proximal de la arteria subclavia derecha.<sup>1</sup>

Las arterias vertebrales se originan por fusión de las arterias intersegmentarias cervicales que nacen de las aortas dorsales. Estas arterias intersegmentarias sufren una regresión excepto la séptima que forma la parte proximal de la arteria subclavia.

Los arcos aórticos que acompañan a los arcos faríngeos sufren sucesivas modificaciones durante el desarrollo embrionario hasta alcanzar la anatomía definitiva de la aorta y sus ramas.

Constituyendo el patrón con mayor frecuencia encontrado, el nacimiento de tres ramas del cayado aórtico:

1. El tronco braquiocefálico, que se divide en dos ramas, la arteria carótida común derecha, encargada de irrigar la parte derecha de la cabeza y cuello y; la arteria subclavia derecha, la cual irriga el miembro superior derecho.
2. La arteria carótida común izquierda, que irriga el lado izquierdo de la cabeza y el cuello.
3. La arteria subclavia izquierda, que se encarga de irrigar el miembro superior izquierdo.

La arteria subclavia (en ambos lados) también aporta irrigación a la cabeza a través de diferentes ramas, entre las que se encuentra la arteria vertebral, la cual asciende desde su nacimiento y se introduce en el canal vertebral para luego penetrar en endocráneo a través del foramen magno.<sup>2-3</sup>

Esta distribución está presente en alrededor del 70% de las personas.<sup>4</sup>

Asimismo, las variaciones en la regresión de los arcos aórticos dan lugar a diferentes anomalías del cayado aórtico.<sup>5</sup>

Entre las variaciones del cayado aórtico más frecuentes se mencionan: Cuando este tiene sólo 2 ramas en donde la arteria carótida común izquierda se origina junto con el tronco braquiocefálico, se aprecia en el 10 a 13%.

Otra variante con una frecuencia del 0,2% es el tronco carotideo común donde refleja un origen común de las arterias carótidas comunes a través de un mismo tronco.

La arteria carótida común izquierda teniendo su origen en el tronco braquiocefálico ha sido reportada en el 7%.

La arteria vertebral izquierda aislada originándose directamente del arco aórtico es una de las anomalías más comunes, ocurriendo en alrededor del 4 al 7%.<sup>4-6-7</sup>

La frecuencia de variabilidad en estos vasos sanguíneos ha sido ampliamente estudiada y múltiples análisis se han realizado desde la perspectiva de la morfología del desarrollo.<sup>8</sup>

La relevancia de estas variantes involucra distintas áreas como Morfología, Cirugía e Imagenología; entre las que más se destacan, está la cardiología intervencionista, la cual ha practicado (cada vez de manera más frecuente) el cateterismo cardíaco con la arteria radial como vía de acceso,<sup>9</sup> se necesitaría entonces, conocer sobre las distintas disposiciones en las que se puede presentar, en este caso, la arteria subclavia.

ambién se ha reportado un incremento en la dificultad a la hora de realizar stenting carotídeo izquierdo debido a este tipo de variaciones.<sup>10</sup>

El objetivo de este trabajo es reportar una variación anatómica del cayado aórtico que involucra la disposición de sus ramas colaterales, esto como aporte a la literatura para determinar la frecuencia de este tipo de anomalías presentes en dicha estructura.

## Materiales y métodos

Se realizó la disección de 28 cadáveres del Instituto Anatómico de la Facultad de Medicina de La Universidad del Zulia, todos mayores de edad y fijados en formol al 10%, con el fin de describir la disposición anatómica del corazón y sus grandes vasos.

Esta serie de disecciones se llevaron a cabo de la siguiente manera:

- Al haber apartado los planos cutáneo y muscular del tórax, se procedió a reclinar hacia arriba el plastrón esternocostal.
- Se observaron los órganos mediastínicos entre ambos pulmones; entre aquellos se encuentra la bolsa pericárdica rodeada de tejido fibroso, que en vida constituye uno de sus medios de fijación, y de tejido adiposo.
- La disección continuó con el desbridamiento de dichos tejidos para lograr una vista más clara del pericardio en su cara anterior, separando además esta bolsa serosa del músculo diafragma.
- Finalizado lo anterior, se hizo una incisión que divide en dos tanto la cara anterior como la posterior del recubrimiento seroso y con un trayecto tal que coincide con el vértice del corazón; todo esto permitió descubrir el contenido de dicha bolsa, el corazón.
- Se continuó con el estudio de los grandes vasos, esto consistió en la disección de las estructuras nerviosas y linfáticas de la vecindad para así tener una visión más clara de aquellos.

## Resultados

De las 28 disecciones realizadas, 27 cadáveres presentaban una disposición del corazón y sus grandes vasos que correspondía a la descrita en la literatura como la más común; se reporta un caso observado en un cadáver masculino, en el cual se aprecian tres ramas colaterales en el arco aórtico pero con diferente disposición a la descrita normalmente: un tronco arterial braquiocefálico (con un calibre mayor comparado con los otros cadáveres), la arteria vertebral izquierda y la arteria subclavia izquierda.

Dicho tronco braquiocefálico da una rama colateral a 3 milímetros de su origen en el cayado; esta rama asume la trayectoria de la arteria carótida común izquierda, la cual se desvía ligeramente hacia la izquierda para luego seguir su trayecto habitual hacia la región cefálica; luego de dar origen a esta rama colateral, dicho tronco continúa su recorrido orientado hacia la derecha para luego culminar en sus dos ramas terminales características, de lateral a medial: la arteria subclavia derecha y la arteria carótida común derecha.

A 1,3 centímetros a la izquierda y hacia atrás del naci-

miento del tronco arterial braquiocefálico, nace en el cayado una arteria que cuenta con el menor calibre entre las tres ramas mencionadas, esta discurre hacia arriba en su trayecto intratorácico, penetra en el opérculo torácico y luego en el canal vertebral, traduciendo el trayecto de la arteria vertebral izquierda.

En este caso, la arteria subclavia izquierda se origina en el arco aórtico a 2 milímetros a la izquierda de la emergencia de la segunda rama del cayado.

## Discusión

Se han realizado numerosos estudios sobre la frecuencia de las variaciones en las ramas del cayado aórtico, en su mayoría retrospectivos, mediante la revisión de angiografías, por cateterismo o tomografía computarizada multidetector. <sup>11-12-13-14-15-16</sup>

La mayoría de estos solo reportan hallazgos aislados, como referencia se hace mención de dos investigaciones en Turquía; la primera arrojó un 12,6% de variaciones en una población de 881 pacientes; <sup>13</sup> la segunda tiene como resultado un 20,8% de variantes en 1.000 pacientes. <sup>16</sup>

Así mismo, en China se reportó una incidencia de 23,3% en 729 pacientes. <sup>21</sup> Grecia presenta un 17% de variaciones en su estudio de 633 personas. <sup>22</sup> Con una población de 1.266 personas, en Polonia se reportaron cambios en el cayado en un 25,28%. <sup>23</sup>

En América se presentan trabajos como el de Rodríguez y cols. <sup>7</sup> realizado en Argentina, donde solo reportan 3 casos en una población de 3.586 personas, lo que representa tan solo un 0,08% de la muestra estudiada.

Dentro de los estudios revisados no se encontró alguna investigación venezolana que involucre una muestra estadísticamente significativa, que permita conocer en nuestra población, la frecuencia de estas disposiciones aberrantes de las ramas estudiadas, sin embargo, en el presente trabajo, de 28 disecciones, solo un cadáver (3,6%) presentó una distribución distinta.

Habiendo mencionado que la mayoría de las variaciones se presentan de manera aislada, es importante señalar cuáles son las disposiciones aberrantes más comunes.

Rodríguez y Brenes <sup>6</sup> muestran como ejemplo de variación anatómica al tronco bicarotídeo común o truncus bicarotícus, que se refiere al nacimiento de las dos arterias carótidas



comunes a partir de un solo tronco; ellos afirman que entre las variantes encontradas, la más frecuente con respecto al número de las ramas es el origen común del tronco arterial braquiocefálico y la arteria carótida común izquierda.

Con similar frecuencia, se encuentra la arteria carótida común izquierda como rama colateral del tronco braquiocefálico, la cual coincide con la variante carotídea de este artículo; estas dos últimas han sido denominadas en numerosas ocasiones como "arco bovino", [Bustamante y cols<sup>12</sup> Amáiz y cols].<sup>25</sup>

No obstante, la verdadera distribución del arco aórtico en los bovinos consiste en un único tronco del cual nacen las dos arterias carótidas comunes y las dos arterias subclavias.<sup>4</sup>

Debido a esto, hemos reportado nuestra variante sin dicha denominación controversial.

En cuanto a la presencia de una doble variación similar a la que reportamos en esta investigación, cabe destacar que esta ha sido publicada en muy pocas ocasiones.

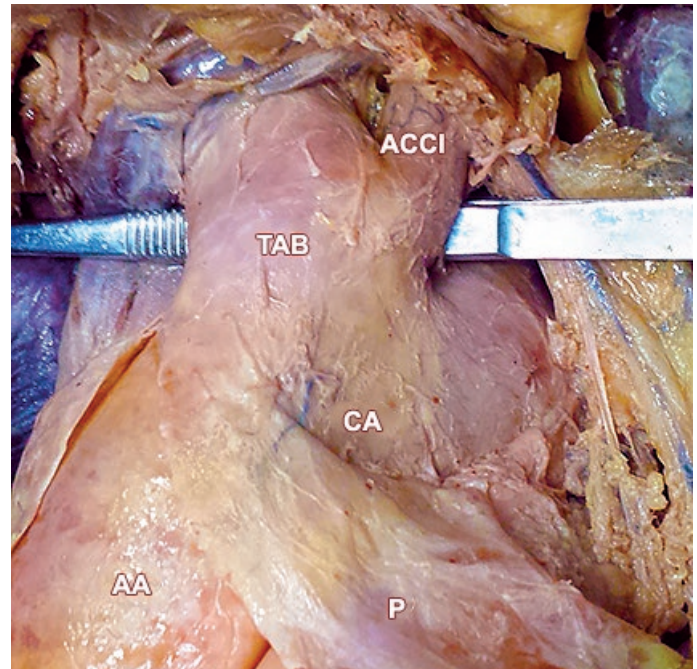
Karacan y cols. reportan que 12 de 1.000 personas tienen coexistencia de la arteria carótida común izquierda aberrante y la arteria vertebral izquierda con la misma condición.<sup>16</sup>

Para hacer referencia de la disposición de dichas ramas arteriales, mencionamos dos casos aislados encontrados en India; el primero consiste en un origen común del tronco braquiocefálico y la carótida común izquierda, además de la arteria vertebral izquierda naciendo del cayado aórtico distal al nacimiento de la arteria subclavia izquierda;<sup>18</sup> el segundo caso comparte la misma disposición mencionada de la arteria carótida común izquierda, pero a diferencia del primer caso, la arteria vertebral izquierda nace del cayado aórtico proximal al nacimiento de la arteria subclavia izquierda.<sup>24</sup>

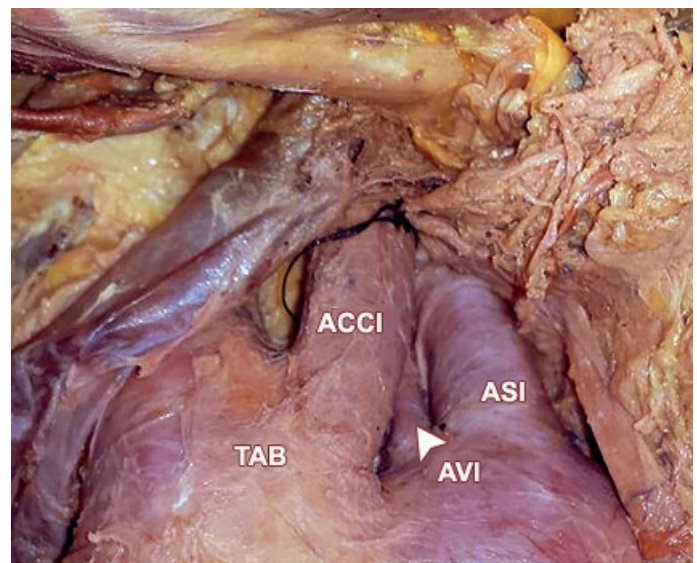
Esta última distribución es la que más se acerca a la expuesta por nosotros.

Finalmente, haciendo alusión de las manifestaciones clínicas que las variaciones pueden causar, estas suelen ser asintomáticas, por lo que es frecuente su identificación post mórtem como en el presente aporte.

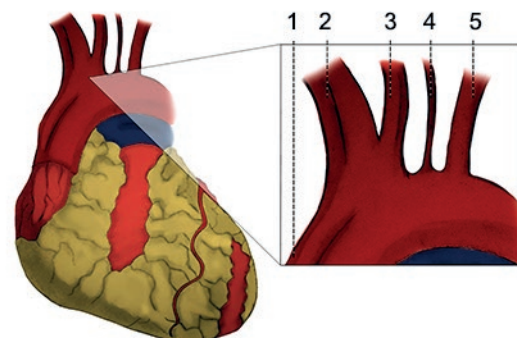
Sin embargo, algunos autores mencionan la hipótesis de una mayor incidencia de arterias vertebrales aberrantes y la coexistencia de alteraciones hemodinámicas, como aneurismas intracraneales.<sup>13-19-20</sup>



**Fig.1:** Vista anterior del nacimiento del tronco braquiocefálico (TAB) en el cayado aórtico, donde se observa a la carótida común izquierda (ACCI). CA: Cayado aórtico, AA: Aorta ascendente, P: Pericardio



**Fig.2:** Vista anterior del nacimiento de las tres ramas del cayado aórtico; puede observarse la arteria vertebral izquierda (AVI) entre el tronco braquiocefálico (TAB) y la arteria subclavia izquierda (ASI)



**Fig.3:** Representación esquemática de la doble variante: 1) A. aorta, 2) Tronco braquiocefálico, 3) A. carótida común izquierda, 4) A. vertebral izquierda, 5) A. subclavia izquierda. Vista anterior

## Conclusión

En nuestro reporte existen dos variaciones arteriales: la primera, con la arteria carótida común izquierda naciendo del tronco arterial braquiocefálico como rama colateral y, la segunda, en la que la arteria vertebral izquierda nace del cayado aórtico directamente y no de la arteria subclavia izquierda como se presenta en un gran porcentaje de los casos.

Debemos resaltar que la mayoría de las publicaciones en relación a estas variantes anatómicas reflejaban hallazgos aislados; si bien, encontrar una variante de estas no es muy común, encontrar dos en un mismo individuo es sumamente raro.

Es indiscutible la importancia de mencionar la existencia de cambios morfológicos como el presente; los cuales deben ser tomados en cuenta en áreas como cardiología intervencionista, cirugía cardiovascular y radiología intervencionista, ya que en estas se realizan distintos abordajes quirúrgicos que involucran un alto conocimiento de la disposición de estos vasos.

Con respecto a la mencionada asociación de variaciones con alteraciones hemodinámicas, se debe indagar en la razón que conllevó a la realización de angiotomografías o cualquier otro estudio imagenológico en los casos de pacientes con variaciones; esto con el fin de precisar dicha relación.

Asimismo, se recomienda la realización de una investigación en Venezuela que cuantifique la incidencia de cambios en la morfología de las ramas del cayado aórtico, pues estos pueden variar en distintas partes del mundo, de esta manera sería posible alertar a los profesionales de la salud acerca de la frecuencia de aparición de las mismas, disminuyendo los riesgos de complicaciones de las intervenciones realizadas en nuestro país.

## Referencias

1. Sadler, T.W. Langman, *Embriología médica con orientación clínica*. 10ª edición, 1ª reimpresión. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, 2008, pp. 232-234.
2. Latarjet, M.; Ruiz Liard, A. *Anatomía humana*, 4ª edición, 8ª reimpresión. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, 2010, pp. 989-1017.
3. Drake, R.; Wayne, A.; Mitchell, A. *Anatomía de Gray para estudiantes*. 2ª edición. Editorial Elsevier, Barcelona, 2010, pp. 211-213.
4. Layton, K.; Kallmes, D.; Cloft, H.; Lindell, E. & Cox V. *Bovine Aortic Arch Variant in Humans: Clarification of a Common Misnomer*. Citado 24/09/14. *AJNR Am J Neuroradiol* August 2006 27: 1541 – 1542.
5. Simón Yarza, I.; Viteri Ramírez, G.; Etxano, J.; Slon, P.; Ferreira, M.; Bastarrika, G. *Arco aórtico derecho, divertículo de Kommerell y arteria subclavia izquierda aberrante*. *Anales Sis San Navarra [revista en la Internet]*. 2011 Ago [citado 2015 Nov 30]; 34(2): 295-300. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272011000200016&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272011000200016&lng=es) y <http://dx.doi.org/10.4321/S1137-66272011000200016>
6. Rodríguez, D.; Brenes, A. *Variante anatómica: Tronco Carotídeo Común o Truncus Bicaroticus*. *Medicina legal Costa Rica [online]*. 2011, vol.28, n.1 [citado 2015-11-30], pp. 75-80. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152011000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152011000100010&lng=en&nrm=iso). ISSN 1409-0015.
7. Rodríguez, A.; Cobeñas, R.; Gallo, J.; Salamida, A.; Larrañaga, N. y Kozima, S. *Variantes anatómicas vasculares halladas de manera incidental en estudios de tomografía computada*. *Revista Argentina de Radiología* 2013; 77 (1):19-25.
8. Rojas, J.; Ballesteros, L. *Ramas Emergentes del Arco Aórtico en Fetus Humanos: Un Estudio Descriptivo Directo en Población Colombiana*. *Int. J. Morphol. [online]*. 2009, vol.27, n.4 [citado 2015-11-30], pp. 989-996. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022009000400005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022009000400005&lng=es&nrm=iso). ISSN 0717-9502. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022009000400005>
9. Solioz, G.; Ugaz, C.; Tévez, S.; Magariños, E. *Acceso radial sin test de Allen previo a la realización de procedimientos cardíacos percutáneos por cateterismo*. *Federación Argentina de Cardiología [online]*. 2009, 38(3): 145-150. [citado 2014-10-25]. Disponible en: [http://www.fac.org.ar/1/revista/09v38n3/art\\_orig/arorig03/solioz.php](http://www.fac.org.ar/1/revista/09v38n3/art_orig/arorig03/solioz.php)
10. Shaw, J. A.; Gravereauz, E. C.; Eisenhauer, A. C. *Carotid stenting in the bovine arch*. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2004, 60, 566-69.
11. Motta, G.; Zagaceta, C. *Variantes anatómicas vasculares (VAV) incidentales demostradas por TC multidetectores (TCMD) toracoabdomino pélvica*. *Anales de Radiología México*, 2007, 4, 297-312.
12. Bustamante, N.; Galletti, C.; Marangoni, A.; Bronzi, J.; Londeros, H.; Delfino A. *Traumatismo cerrado del tronco arterial innominado, variedad anatómica tipo bovino. Tratamiento de un caso y revisión de la literatura*. *Federación Argentina de Cardiología*, 2007, 36 (2): 94 – 98. (Citado 26/10/2014). Disponible en: <http://www.fac.org.ar/1/revista/07v36n2/revision/bustamante.pdf>
13. Pasaoglu, Lale.; Ugur, Toprak.; Gökhan, Yagız.; Tunca, Kaya.; Sadik Ahmet Uyanık, *Variations in the Branching Pattern of the Aortic Arch Detected with Computerized Tomography Angiography*. *Advances in Radiology*, vol. 2014, Article ID 969728, 6 pages, 2014. doi:10.1155/2014/969728
14. Uchino A.; Saito, N.; Okada, Y.; Kozawa, E.; Nishi, N.; Mizukoshi, W.; Nakajima, R.; Takahashi, M. y Watanabe, Y. *Variation of the origin of the left common carotid artery diagnosed by CT angiography*. *Surg. Radiol. Anat*, 2013, 35 (4), 339-342.
15. Jakanani, G.; Adair, W. *Frequency of variations in aortic arch anatomy depicted on multidetector*. 2010, 65(6), pp.481-487. *CT*. 26/10/2014. ScienceDirect. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009926010000784>
16. Karacan, A.; Türkvtan, A.; Karacan, K. *Anatomical variations of aortic arch branching: evaluation with computed tomographic angiography*. *Cardiol Young*. 2014 Jun;24(3):485-93. Citado 26/10/2014. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23694814>
17. Duque, J.; Estrada, S. y Montenegro, A. *Variante de Arco Aórtico en Cadáver Humano*. *Int. J. Morphol. [Internet]*. 2012 Dic [citado 2015 Nov 30]; 30(4):1458-1460. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022012000400005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022012000400005&lng=es&nrm=iso)

[d=S0717-95022012000400030&lng=es](https://doi.org/10.4067/S0717-95022012000400030) ..... y <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022012000400030>.

18. Shetty, P.; Satheesha Nayak, B.; D'Souza, M.R.; Thangarajan, R.; Prabhu, G.S. *Variation in the morphology and branching pattern of the aortic arch: A case report*. OA Case Reports 2013 Sep 10;2(10):99. Disponible en: <https://www.oapublishinglondon.com/article/810>
19. Albayram, S.; Gailloud, P.; Wasserman B. *Bilateral Arch Origin of the Vertebral Arteries*. AJNR, 2002, 23, 455-458.
20. Satti, S.; Cerniglia, C. y Koenigsberg, A. *Cervical Vertebral Artery Variations: An Anatomic Study*. AJNR, 2007, 28, 976-980.
21. Liu, X.; Zhang, X. *The rate of aortic arch branching variation in chinese using multi-slice spiral computed tomography (msct) angiography*. Int. Angiol, 2014, 1827-1839.
22. Natsis, I.; Tsiouridis I.; Didagelos, V.; Fillipidis, A.; Vlasis, K.; Tsikaras, P. *Anatomical variations in the branches of the human aortic arch in 633 angiographies: clinical significance and literature review*. SurgRadiolAnat, 2009, 31(5), 319-323.
23. Vucurevic, G.; Marinkovic, S.; Puškaš, L.; Kovacevic, I.; Tanaskovic, S.; Radak, D.; Ilic, A. *Anatomy and radiology of the variations of aortic arch branches in 1,266 patients*. Folia Morphol 2013, 72(2), 113-122.
24. Shiva Kumar, G. L.; Pamidi, N.; Somayaji, S.N.; Nayak, S.; Vollala, V.R. *Anomalous branching pattern of the aortic arch and its clinical applications*. SingaporeMed J, 2010, 51(11), 182-183.
25. Arnáiz, N.; González, J.; López, J.; Dalmau, M.; Bueno, M.; Arévalo, A.; Fdez, J.; Arnáiz, A. y Arnáiz, J. *A bovine aortic arch in humans*. Indian Heart J. 2014 May-Jun; 66(3):390-1. Citado el 14/10/2014, Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24973853>.