

Variantes anatómicas del arco aórtico asociadas a progresión y desarrollo de enfermedad de aorta torácica

Anatomical variants of the aortic arch associated with progression and development of thoracic aortic disease

Raymundo A. Audiffred-Guzmán* y José F. Ibáñez-Rodríguez

Departamento de Angiología y Cirugía Vascular, Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Cardiología No. 34, IMSS, Monterrey, N.L., México

Resumen

Antecedentes: El arco aórtico normalmente da origen al tronco braquiocefálico, carótida común izquierda y subclavia izquierda. Sin embargo, sus variantes antes consideradas solo hallazgos imagenológicos, se han relacionado con enfermedades de la aorta torácica. **Objetivo:** Identificar variantes anatómicas del arco aórtico asociadas al desarrollo y progresión de enfermedad aórtica torácica. **Métodos:** Estudio observacional, analítico, transversal y retrospectivo. Se revisaron angiotomografías torácicas de 2012 a 2017 para su análisis comparativo. **Resultados:** Un total de 769 pacientes evaluados. La variante más común fue el tronco bovino (23.67%). En pacientes con enfermedad aórtica torácica, esta variante estuvo presente en el 45.6 vs. 24.1% en la población general, con un riesgo relativo de 4.3. Estos pacientes presentaron una tasa de crecimiento aórtico anual de 3.5 mm, comparado con 1.23 mm en quienes no tenían variantes. **Conclusión:** El tronco bovino es la variante anatómica más frecuente y representa un factor de riesgo para el desarrollo y progresión de enfermedad de aorta torácica.

Palabras clave: Variantes anatómicas. Enfermedad aórtica. Tronco bovino.

Abstract

Background: The aortic arch normally gives rise to the brachiocephalic trunk, left common carotid artery, and left subclavian artery. However, its variants, previously considered solely imaging findings, have been linked to thoracic aortic disease. **Objective:** To identify anatomical variants of the aortic arch associated with the development and progression of thoracic aortic disease. **Methods:** An observational, analytical, cross-sectional, and retrospective study. Thoracic CT angiograms from 2012 to 2017 were reviewed for comparative analysis. **Results:** A total of 769 patients were evaluated. The most common variant was the bovine trunk (23.67%). In patients with thoracic aortic disease, this variant was present in 45.6 vs. 24.1% in the general population, with a relative risk of 4.3. These patients had an annual aortic growth rate of 3.5 mm, compared with 1.23 mm in those without variants. **Conclusion:** The bovine trunk is the most common anatomical variant and represents a risk factor for the development and progression of thoracic aortic disease.

Keywords: Anatomical variants. Aortic disease. Bovine arch.

*Correspondencia:

Raymundo A. Audiffred-Guzmán

E-mail: draudiffred@gmail.com

0377-4740/© 2025 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 06-05-2025

Fecha de aceptación: 23-05-2025

DOI: 10.24875/RMA.25000016

Disponible en internet: 14-07-2025

Rev Mex Angiol. 2025;53(2):47-51

www.RMAngiologia.com

Introducción

El patrón habitual de emergencia de las ramas del arco aórtico consiste en tres ramas principales que de derecha a izquierda son el tronco braquiocefálico, de donde emergen la subclavia derecha y la carótida común derecha, posteriormente emerge la carótida común izquierda y por último la subclavia izquierda¹.

El diámetro normal de la aorta ascendente se ha definido como menor de 2.1 cm/m², y de la aorta descendente menor de 1.6 cm/m². El diámetro normal de la aorta abdominal habitualmente es menor de 3.0 cm².

Durante la vida, el diámetro de la aorta se incrementa, con una tasa de crecimiento anual normal de 1-2 mm/año. Considerando una aorta torácica mayor a 4.0 cm de diámetro como patológica².

Las variantes anatómicas del arco aórtico se han dividido en ocho categorías¹ (Fig. 1):

- Tipo 1. Patrón normal, cuando de derecha a izquierda emergen el tronco braquiocefálico, la carótida común izquierda y la subclavia izquierda.
- Tipo 2. Arco bovino, cuando la carótida izquierda emerge de un tronco común dependiente del tronco braquiocefálico y la subclavia izquierda emerge de manera habitual.
- Tipo 3. Vertebral izquierda, cuando de derecha a izquierda emerge el tronco braquiocefálico, la carótida común izquierda, la vertebral izquierda y la subclavia izquierda.
- Tipo 4. Arco bovino + vertebral izquierda.
- Tipo 5. Tronco bicarotídeo, cuando de derecha a izquierda emergen la subclavia derecha, un tronco común donde emergen ambas carótidas y la subclavia izquierda.
- Tipo 6. Subclavia derecha aberrante, cuando de derecha a izquierda emergen la carótida común derecha, la carótida común izquierda, la subclavia izquierda y por último la subclavia derecha.
- Tipo 7. Arco aórtico derecho, imagen en espejo de la conformación habitual que puede o no acompañarse de una subclavia izquierda aberrante.
- Tipo 8. Otros patrones de emergencia.

Tradicionalmente las anomalías del arco aórtico se habían visto como normales y sin significancia clínica. Se ha propuesto que no todas las variantes anatómicas son 100% inocuas e incluso algunas de ellas se han identificado como factores de riesgo para desarrollo de enfermedades o complicaciones durante procedimientos quirúrgicos³.

Sin duda la más estudiada de ellas es el tronco bovino, que como se menciona anteriormente es la

emergencia de la carótida interna izquierda del tronco braquiocefálico⁴. Esta variante tiene dos modalidades: el tronco bovino tipo A (la menos frecuente), en donde el tronco braquiocefálico se trifurca en la carótida común derecha, la subclavia derecha y la carótida común izquierda; el tronco bovino tipo B (la más frecuente) tiene una fusión de la emergencia del tronco braquiocefálico y la carótida común derecha desde el arco aórtico⁵⁻⁸ (Fig. 2).

Método

Estudio observacional, analítico, transversal y retrospectivo. El estudio se llevó a cabo de acuerdo con las guías STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*). Se valoraron el total de las angiotomografías toracoabdominales realizadas desde enero del 2012 a junio del 2017 (769 pacientes). Posteriormente se realizó la medición de la aorta torácica en tres niveles: aorta ascendente, arco aórtico y aorta descendente, además se identificó la presencia de variantes anatómicas del arco aórtico. Posteriormente se dividió a los pacientes en dos grupos: el grupo 1 correspondió a los pacientes con diagnóstico de afección de aorta torácica y el grupo dos a los pacientes sin afección de la aorta torácica. A su vez, ambos grupos se subdividieron en dos subgrupos más: el subgrupo A correspondió a los pacientes con variantes anatómicas en la conformación de su arco aórtico y el subgrupo B sin presencia de variantes anatómicas.

Posteriormente se identificaron los pacientes que contaron con controles seriados angiotomográficos del grupo 1, para el cálculo de la tasa de crecimiento anual y su posterior comparación. La totalidad de los pacientes del subgrupo A de ambos grupos se tomaron en cuenta para el cálculo de la prevalencia de variantes anatómicas del arco aórtico.

Resultados

Se identificaron un total de 769 pacientes que contaban con estudios angiotomográficos durante el periodo de enero del 2012 a junio del 2017; de los cuales 467 pacientes pertenecen al sexo masculino (60.72%) y 332 pacientes de sexo femenino (39.27%).

En la **tabla 1** se muestra la distribución de las frecuencias de las variantes anatómicas del arco aórtico identificadas en este estudio.

Del total de pacientes englobados en el grupo 1 (125 pacientes), el 45.6% (57 pacientes) presenta como

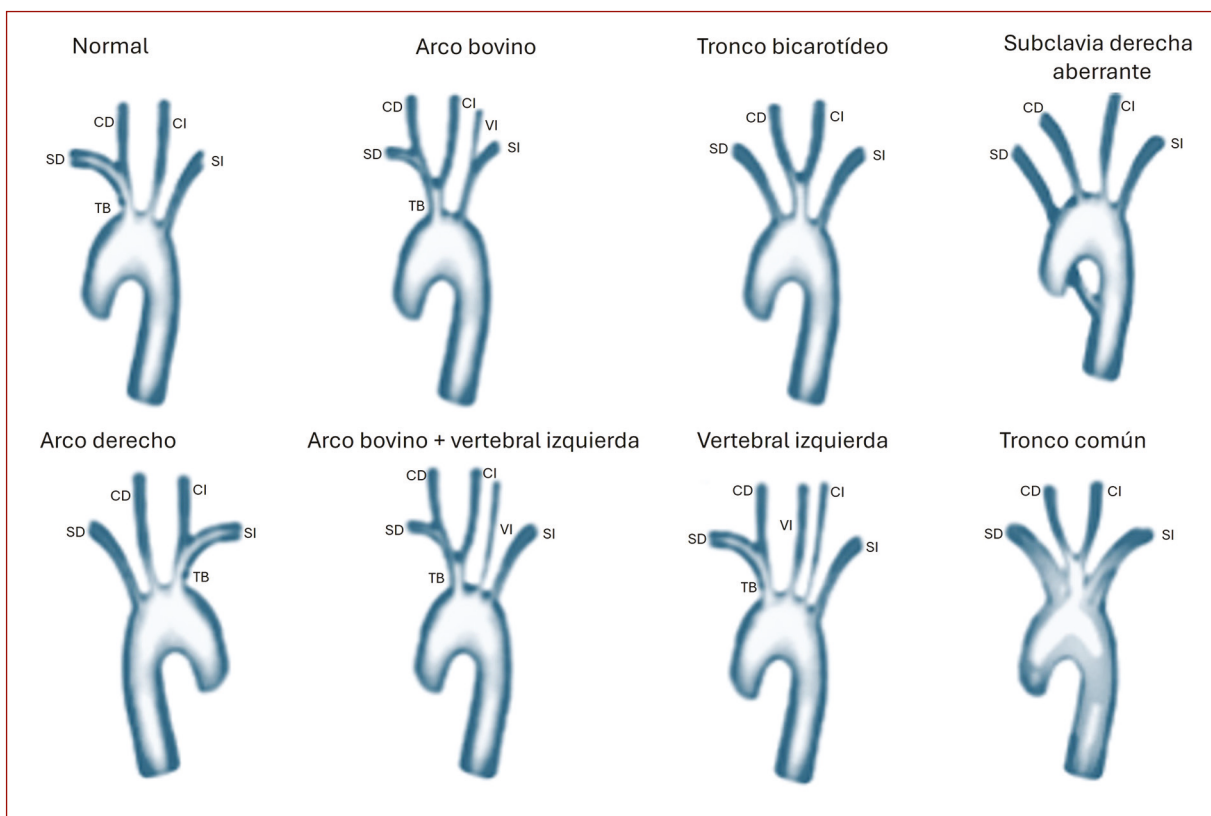


Figura 1. Variantes anatómicas del arco aórtico. TB: tronco braquiocefálico; SD: subclavia derecha; CD: carótida común derecha; CI: carótida común izquierda; SI: subclavia izquierda; VI: vertebral izquierda.

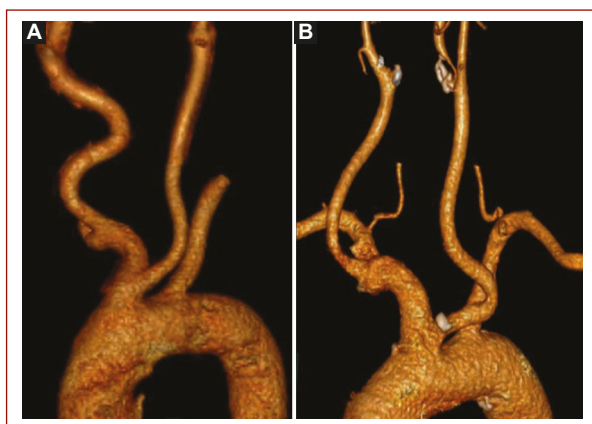


Figura 2. Variedades de tronco bovino. **A:** tronco bovino tipo A, la carótida común izquierda sale directamente del tronco braquiocefálico. **B:** tronco bovino tipo B, la emergencia de la carótida común izquierda se fusiona con el tronco braquiocefálico, resultando en un tronco común.

variante anatómica arco bovino, mientras que el 54.4% (68 pacientes) no presenta alguna variante en la conformación de su arco aórtico.

En cuanto al grupo 2 (conformado por 644 pacientes), en el cual se engloban los pacientes que no presentan patología de aorta torácica, el 19.4% (125 pacientes) presenta arco bovino en la configuración de su arco aórtico, mientras que el 76.24% (491 pacientes) no presenta alguna variante anatómica y el 4.34% de los pacientes que conforman este grupo (28 pacientes) presentan otras variables en la conformación de su arco aórtico.

Se identificaron 49 pacientes del grupo 1 que presentaron seguimiento de patología de aorta torácica con control angiotomográfico, encontrando que los pacientes que presentan tronco bovino en la conformación de arco aórtico poseen una tasa de crecimiento anual de 3.5 mm al año, en comparación con una tasa de crecimiento de 1.23 mm anuales en los pacientes que no presentan alguna variante anatómica del arco aórtico ($p = 0.001$). En general, el diámetro máximo de aorta torácica encontrado en el primer control angiotomográfico fue de 50.4 ± 6.0 mm. Para el segundo control angiotomográfico el diámetro máximo alcanzado fue

Tabla 1. Distribución de las variantes anatómicas del arco aórtico

Tipo	Número	Porcentaje
Normal	559	72.69%
Arco bovino	182	23.67%
Subclavia derecha aberrante	4	0.52%
Tronco bicarotídeo	11	1.43%
Vertebral izquierda	7	0.91%
Otras variantes*	6	0.78%
Total	769	

*Se refiere a tiroidea IMA, arco bovino + vertebral izquierda, arco aórtico derecho y tronco único.
IMA: arteria tiroidea ima.

de 60.3 ± 4.1 mm. Se realizó análisis comparativo con la prueba de t de Student, con resultado estadísticamente significativo.

En cuanto al cálculo del riesgo relativo de los pacientes que son portadores de tronco bovino como variante anatómica del arco aórtico para la presencia de enfermedad de aorta torácica, es de 4.31.

Discusión

Históricamente se ha considerado al tronco bovino como una variante clínicamente insignificante de la anatomía del arco aórtico. Informes aislados de intervenciones quirúrgicas de alto grado de complejidad descritos en la literatura en mujeres con síndrome de Turner han insinuado una probable asociación de dicha variable anatómica con la presencia de desarrollo de enfermedad de aorta torácica sin alguna evidencia sustancial⁹.

Encontramos en nuestro estudio que el tronco bovino fue significativamente más común en pacientes con enfermedad de aorta torácica (45.6% en pacientes identificados con aneurisma de aorta torácica descendente y disección de aorta torácica), que en la población general sin presencia de dilatación de aorta torácica (24.1%); esta tendencia probablemente refleja que el tronco bovino realmente no es un hallazgo inocuo como habitualmente se consideraba. Si comparamos estos resultados con los publicados en la literatura podemos observar que en nuestra población de estudio se presenta una elevada frecuencia de tronco bovino, en comparación con lo propuesto en los artículos de Hornick en el 2012, elevándose la frecuencia casi

al doble de lo reportado⁹. En cuanto a la frecuencia de arco bovino en la población general, el resultado obtenido en nuestro estudio se asemeja a los resultados obtenidos por Wanamaker en el 2013⁴.

En cuanto a la distribución de las variantes anatómicas del arco aórtico, se identificó que la más frecuente fue el arco de tipo II (arco bovino), con una frecuencia del 23.67%, la cual se encuentra más alta en comparación con los resultados obtenidos por Popieluszko en el estudio más reciente encontrado en la literatura sobre los patrones de emergencia de los troncos supraaórticos publicado en el 2018¹. Si comparamos estos resultados con los grupos étnicos propuestos por Popieluszko en dicho artículo, podemos encontrar que la frecuencia de tronco bovino obtenida en nuestro estudio se asemeja más a la obtenida en la población sudamericana y es un poco mayor a la de la población norteamericana, a la que corresponde nuestro grupo de estudio¹.

En cuanto al tipo de arco bovino, se encontró que el de tipo B es el que se presentó con mayor frecuencia, en el 64.84% de los casos, la cual es equiparable con los resultados obtenidos por Hornick en el 2012⁹.

Tomando en cuenta el sexo de los paciente incluidos en este estudio, no se encontró una significancia estadística que se relacionara con mayor desarrollo de enfermedad de aorta torácica asociado a presencia de tronco bovino en la conformación del arco aórtico, únicamente se identifica que el sexo masculino presenta una frecuencia mucho más elevada en cuanto al desarrollo de dilatación aórtica en comparación con el sexo femenino, resultado que concuerda con el estudio de Giorgio Ventoruzzo publicado en *Journal of Endovascular Therapy* en el 2012, esto asociado a la presencia de mayores factores de riesgo en pacientes del sexo masculino en comparación con el sexo femenino¹⁰.

Ya identificando el tronco bovino como la única variable anatómica asociada en los pacientes que presentan afección de aorta torácica, se comparó mediante la estimación de riesgo relativo la probabilidad de presentar enfermedad de aorta torácica en caso de ser portador de tronco bovino en la conformación del arco aórtico, encontrando que los pacientes con dicha variable tienen 4.3 veces más probabilidades de desarrollar la enfermedad de aorta torácica, tanto disección como aneurisma de aorta torácica, en comparación con los pacientes que no presentan un arco aórtico tipo II.

Del total de los pacientes en los cuales se identificó enfermedad de aorta torácica y a los que se les dio seguimiento por angiotomografía, se identificó que en

aquellos que presentan arco bovino crecen anualmente más rápido en comparación con los pacientes sin variantes en el patrón de emergencia de los troncos supraaórticos (3.5 vs. 1.23 mm), resultados similares a los obtenidos por Wanamaker y Hornick en sus publicaciones^{4,9}. Esta velocidad de progresión de la dilatación aortica torácica puede ser explicado por la Teoría de Malone el cual, en su artículo publicado en 2012, hace referencia a una desigualdad en la distribución de las presiones sobre la pared arterial del arco, ya que en lugar de encontrarse tres emergencias de vasos sanguíneos se encuentran únicamente dos, toda la presión se distribuye a nivel de la aorta descendente¹¹. Durante la evaluación de las angiotomografías de los pacientes sometidos a estudio no se presentaron asociaciones de la dilatación de la aorta torácica a nivel de raíz o aorta ascendente¹.

En cuanto a la posible asociación entre el tipo de tronco bovino y la dilatación de aorta torácica, no resultó significativa estadísticamente, sin embargo, en la literatura se reporta que el tronco bovino de tipo A, aunque es menos frecuente, se relaciona mayormente con el desarrollo y progresión de la dilatación de aorta torácica.

La limitante de este estudio es el tipo de población que fue tomada en cuenta, que la UMAE 34 es un hospital de concentración de pacientes con enfermedades cardiovasculares ya previamente identificados en otras unidades, lo que crea un sesgo, puesto que la población general de dicha unidad presenta de por sí conformaciones poco habituales de su arco aórtico.

Conclusión

En conclusión, la variante anatómica más frecuente fue el tronco bovino de tipo B.

Los pacientes con tronco bovino en la conformación de su arco aórtico presentan mayor riesgo de progresión y desarrollo de enfermedad de aorta torácica en comparación con la población general.

El tronco bovino deberá de ser tomado en cuenta no solo para la planeación de intervenciones quirúrgicas o de procedimientos endovasculares, sino como un factor de riesgo que a largo plazo podría determinar la evolución de la enfermedad y el pronóstico de nuestros pacientes.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria y anonimizados, por lo que no fue necesario el consentimiento informado. Se han seguido las recomendaciones pertinentes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Bibliografía

1. Popieluszko P, Henry BM, Sanna B, Hsieh WC, Saganiak K, P kala PA, et al. A systematic review and meta-analysis of variations in branching patterns of the adult aortic arch. *J Vasc Surg.* 2018;68(1):298-306.e10.
2. Erbel R, Eggebrecht H. Aortic dimensions and the risk of dissection. *Heart.* 2006;92(1):137-42.
3. Mazzaccaro D, Sciarrini M, Nano G. Analysis of origin of the supra-aortic trunks from the aortic arch. *J Vasc Surg.* 2018;67(2):399-408.
4. Wanamaker KM, Amadi CC, Mueller JS, Moraca RJ. Incidence of aortic arch anomalies in patients with thoracic aortic dissections. *J Card Surg.* 2013;28(2):151-4.
5. Arnáiz-García ME, González-Santos JM, López-Rodríguez J, Dalmau-Sorli MJ, Bueno-Codoñer M, Arévalo-Abascal A, et al. A bovine aortic arch in humans. *Indian Heart J.* 2014;66(3):390-1.
6. Layton KF, Kallmes DF, Cloft HJ, Lindell EP, Cox: Bovine aortic arch variant in humans: clarification of a common misnomer. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006;27(7):1541-2.
7. Spacek M, Veselka J. Bovine arch. *Arch Med Sci.* 2012;8(1):166-7.
8. Ahn SS, Chen SW, Miller TJ, Chen JF. What is the true incidence of anomalous bovine left common carotid artery configuration? *Ann Vasc Surg.* 2014;28(2):381-5.
9. Hornick M, Moomiaie R, Mojibian H, Ziganshin B, Almuwaqqat Z, Lee ES, et al. 'Bovine' aortic arch - a marker for thoracic aortic disease. *Cardiology.* 2012;123(2):116-24.
10. Ventoruzzo G, Biondi-Zoccai G, Maioli F, Liistro F, Bolognese L, Bellandi G. A tailored approach to overcoming challenges of a bovine aortic arch during left internal carotid artery stenting. *J Endovasc Ther.* 2012;19(3):329-38.
11. Malone CD, Urbani TH, Crook SE, Hope MD. Bovine aortic arch: a novel association with thoracic aortic dilation. *Clin Radiol.* 2012;67(1):28-31.