

ARTÍCULO DE REVISIÓN

COARTACIÓN DE LA AORTA. ASPECTOS ANATÓMICOS Y SUS RELACIONES CON EL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Alvarado Jiménez, Oswaldo

Escuela de Medicina. Universidad de Costa Rica. Servicio de Cirugía Cardiovascular y Tórax. Hospital Nacional de Niños.

Resumen: Se hace una pequeña reseña histórica de esta enfermedad. Luego se revisa la anatomía de las diferentes variantes de coartación de la aorta y se relaciona a la embriología y la fisiología que puede dar origen a estas variantes. Después se describen las principales operaciones que se pueden realizar para corregir la obstrucción de la aorta.

Se discute también la combinación entre la presencia y ausencia de comunicación interventricular y otras malformaciones a nivel intracardiaco y su correlación con el arco aórtico coartado.

Finalmente, de acuerdo a las variantes anatómicas, se sugiere cual tipo de procedimiento quirúrgico es el más recomendable, tomando en cuenta todas estas características y unido a un análisis amplio de las manifestaciones clínicas de esta patología.

Palabras clave: coartación, aorta, cirugía. Fuente: NLM.

Recibido: 29 Julio 2015. Aceptado: 6 Septiembre 2015. Publicado: 23 Octubre 2015.

COARCTATION OF THE AORTA. ANATOMIC ASPECTS AND THEIR RELATIONS WITH THE SURGICAL TREATMENT

Abstract: There is a brief review of the pathology. Then the anatomy and the different variants of the coarctation of the aorta are correlated with the embryology and physiology that could originate these variants. After, there is a description of the main surgical procedures that can be performed to correct the obstruction of the aorta.

There is also a description between the presence and absence of an interventricular communication and other intracardiac malformations and their relation with the coarctation of the aorta.

Finally and accordingly to the anatomical variants there are recommendations on which is the optimal operation for any anatomical type of coarctation also with a vast analysis of the clinical manifestations of this pathology.

Key words: coarctation, aorta, surgery. Source: NLM.

INTRODUCCIÓN

El término coartación deriva del latín *coarctere*, que significa contraer.

Lo que conocemos tradicionalmente en medicina como coartación de la aorta se define como una estrechez intravascular en la porción superior de la aorta torácica descendente usualmente distal a la arteria subclavia y en relación al ductus arterioso [1,2].

Desde el punto de vista fisiopatológico para que esta estrechez presente manifestaciones clínicas, debe producir un gradiente de la presión sanguínea de al menos 20 a 30 mm de mercurio entre las porciones superior e inferior para que sea considerada como una enfermedad. Así, de acuerdo a dicho gradiente, esta condición va a producir una sobrecarga de presión en el ventrículo sistémico de diversos grados que al paso de los años va a conducir a otras secuelas [3,4].

La presencia de diversas variantes anatómicas en el arco aórtico que pueden llevar a esta situación clínica se debe analizar previamente a la cirugía

para poder así establecer una estrategia quirúrgica adecuada para corregir el problema.

El propósito de este artículo es el de revisar estas variables y correlacionarlas con las diferentes opciones quirúrgicas propuestas.

RESEÑA HISTÓRICA

La coartación de la aorta fue descrita por primera vez por Morgagny en un reporte de autopsia en 1760 [5]. Otros reportes fueron mencionados por Craige en 1841, quien hablaba de la lesión conocida como infantil típica y luego Baire en 1886 quien mencionaba una lesión diferente conocida como la de tipo adulto [6].

En 1903 Bonnet empieza a hablar de una clasificación de acuerdo a la localización del defecto obstructivo y su relación con el ductus arterioso (pre-ductal y post-ductal) [7].

En 1938 Gross y Hufnagel realizaron trabajos de cirugía correctiva experimental en animales [8]. En 1941, Rafestein, Levine y Gross revisaron 104



casos de autopsia con la patología categorizada como del tipo adulto [9].

En 1944 Blalock y Park presentaron un trabajo experimental donde se usaba la arteria subclavia para reparar el defecto y en ese mismo año Crafoord y Nylin realizan en Suecia la primera corrección quirúrgica exitosa del defecto con una anastomosis término-terminal [10,11].

En 1951 Lynxwiler y colaboradores reportaron una corrección exitosa en un paciente pequeño y a partir de ese momento se inicia el desarrollo de una gran variedad de técnicas quirúrgicas y una mejor comprensión de la fisiopatología de la enfermedad con una mejoría subsecuente de los resultados quirúrgicos [12,13,14,15].

EMBRIOLOGÍA Y ANATOMÍA

A pesar de que en la definición específica se habla de una lesión intravascular cercana a la región del ductus, esta puede constituir desde una estenosis localizada hasta una discontinuidad total de la luz del vaso.

Entre estos extremos se han descrito varios grados de hipoplasia o elongación anormal de los diversos segmentos del arco aórtico en varias combinaciones asociadas o no a la lesión localizada [1,2].

Para complicar aún más este panorama, todas estas lesiones aórticas se pueden o no asociar a otras malformaciones intracardiacas que podrían estar implicadas en la patogénesis del problema. Entre ellas destacan la comunicación interventricular y las anomalías del tracto de entrada y salida del ventrículo subaórtico [16, 17].

En el caso de la estrechez intravascular simple, la proliferación anormal del tejido ductal en su proceso de cierre ha sido implicada en la etiología de la estrechez. No obstante esta situación no explica el desarrollo de la coartación en pacientes con ductus arterioso persistente, o con coartación en otros segmentos del arco ni tampoco para una

hipoplasia o elongación anormal de los diferentes segmentos del arco.

Estas anomalías segmentarias pueden tener una interrelación con las malformaciones intracardiacas subaórticas que producen patrones anormales de flujo sanguíneo durante el período embrionario.

Podríamos hablar entonces de dos teorías complementarias que se han implicado en la embriogénesis del problema.

La primera sería la teoría del flujo vascular que se basa en la hipótesis de que el flujo sanguíneo en las cámaras y grandes vasos cardiacos durante el período fetal determinan su tamaño al momento del nacimiento.

Dentro de esa perspectiva todas aquellas lesiones que disminuyan el flujo sub-aórtico pueden influir en un desarrollo anormal de los segmentos del arco [18,19,20,21].

Una patología que podría ser relacionada de manera directa a esta teoría es el síndrome de Shone en el cual la coartación de la aorta se asocia a estenosis aórtica, estenosis subaórtica y anomalías de la válvula mitral. De igual forma vemos como en las lesiones en donde hay un flujo disminuido en la aorta, como por ejemplo en presencia de una comunicación inter-ventricular mal alineada, es posible la presencia de un hipo desarrollo de la aorta y los grandes vasos [22,23].

Esta teoría que puede mostrar muy claramente los procesos que podrían ocurrir en pacientes con malformaciones intracardiacas no puede, sin embargo, explicar la presencia de coartación sin problemas obstructivos del ventrículo subaórtico.

Para estos pacientes el cuadro se puede complementar con la teoría de una proliferación anormal del tejido ductal a nivel intravascular que puede ser un factor significativo en la patogénesis de la enfermedad [22].



Podríamos entonces deducir que estaríamos hablando de diferentes tipos de problemas que pueden producir una enfermedad obstructiva de la aorta.

Siguiendo la clasificación de Celoria y Patton el arco aórtico normal puede ser dividido en tres porciones. [24] (fig. 1).

estrechamiento difuso de la aorta en la región ductal con una membrana interna. En estos casos no es usual el encontrar lesiones obstructiva intracardiacas aunque si puede verse la presencia de una comunicación interventricular en cerca de un 20% de los casos (fig. 2).

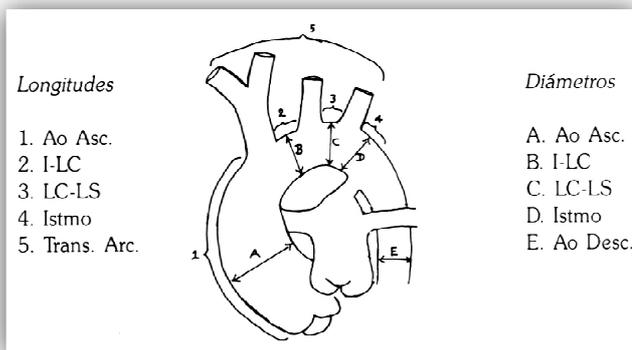


Figura 1. El diagrama muestra las diferentes medidas de los diámetros externos y las longitudes de los segmentos del arco aórtico. Ao. Asc.: aorta ascendente, I-LC: segmento entre las arterias innominada o tronco braquiocefálico y arteria carótida común izquierda, LC-LS: segmento entre la arteria carótida común izquierda y subclavia izquierda, Trans. Arc.: arco transverso, Ao. Desc.: aorta descendente [16, Original].

Figura 2. La imagen muestra la fotografía de una coartación de la aorta característica frente al ductus arterioso [Original]. En el diagrama adjunto, I: arteria innominada o tronco braquiocefálico, LC: arteria carótida común izquierda, LS: arteria subclavia izquierda, D: ductus arterioso, DA: aorta descendente.

La primera sería la porción ascendente que iría de la unión entre la aorta y el ventrículo subarterial hasta el inicio de la arteria braquiocefálica o innominada. La segunda se conoce como el arco transverso que va del tronco braquiocefálico hasta la arteria subclavia izquierda. La tercera sería el istmo que se define como el segmento entre la arteria subclavia izquierda y el ductus arterioso o su ligamento.

A nivel del arco transverso y del istmo es posible encontrar en algunos casos elongaciones (aumento anormal de la longitud) o hipoplasias (disminución anormal del diámetro) entre los diferentes segmentos que conforman el arco o la porción del istmo aórtico entre la arteria subclavia y el ductus (fig. 3)

A partir de ahí continuaría la porción descendente de la aorta torácica.

En algunos casos de coartación, si no existe la porción del istmo y la arteria subclavia izquierda emerge en el lado opuesto del ductus, esto nos hablaría de un problema del desarrollo entre el sexto y cuarto arcos aórticos izquierdos (fig. 4).

En la coartación típica con un ductus arterioso persistente o parcialmente abierto, existe un



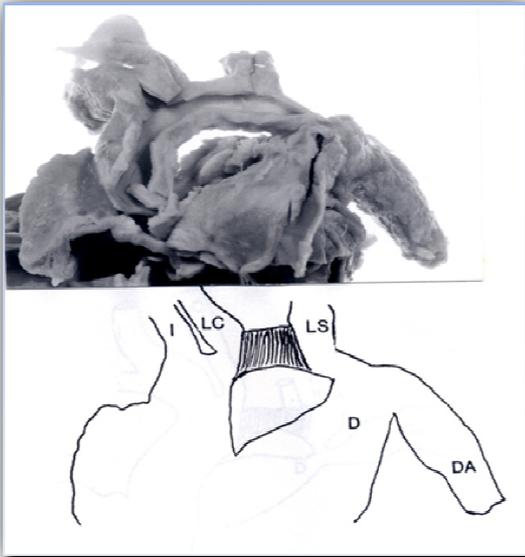


Figura 3. La imagen muestra la fotografía de una hipoplasia del arco transverso. [Original]. En el diagrama adjunto, I: arteria innominada, LC: arteria carótida común izquierda, LS: arteria subclavia izquierda, D: ductus arterioso, DA: aorta descendente.

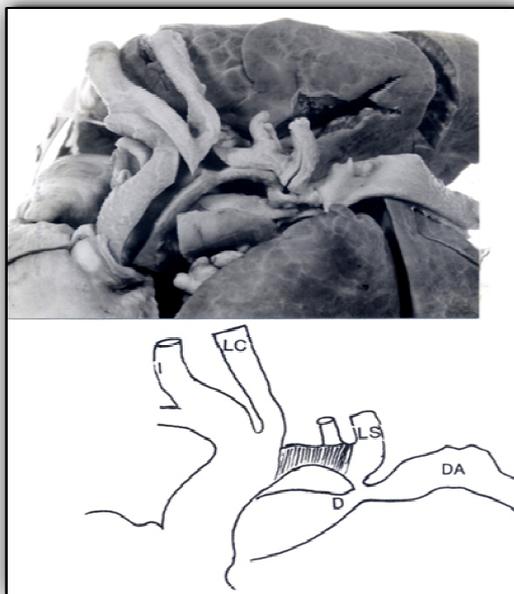


Figura 4. La imagen muestra la fotografía de una ausencia del istmo aórtico en donde la arteria subclavia izquierda LS se encuentra naciendo en frente del ductus arterioso D. [Original].

Los tipos anatómicos de la coartación se pueden correlacionar frecuentemente con la edad a la que se manifiesta el problema. De tal forma que usualmente entre más compleja la malformación, más temprano en la vida se presenta el problema.

En la que se considera como pre-ductal o infantil, usualmente el ductus arterioso va a estar permeable y puede haber defectos del arco transverso o del istmo. Son también más frecuentes las lesiones sub-aórticas obstructivas.

En la conocida como del tipo adulto o yuxtaductal, es normal que el ductus arterioso este al menos parcialmente cerrado. Existe además, un estrechamiento externo visible y a nivel intravascular la lesión se encuentra usualmente alrededor de la zona del ductus arterioso [16].

La pseudocoartación de la aorta consiste en un hallazgo raro donde hay una elongación anormal del arco aórtico por lo que aparentemente existe una disposición del vaso anormal y donde podría ocurrir un gradiente, no obstante este no está presente.

Entre otras malformaciones asociadas a la coartación encontramos, las anomalías de la válvula aórtica como la aorta bivalva, la displasia de las valvas, estenosis y en algunos casos la presencia de lesiones subaórticas, particularmente la presencia de membrana fibrosa subaórtica.

También la presencia de comunicaciones inter-ventriculares de varios tipos, malformaciones de la válvula mitral como el doble orificio mitral, músculo papilar único en paracaídas, anillos supra-avalvular y displasia [16].

También es frecuente la presencia de una circulación intercostal prominente particularmente en aquellos casos que han tenido una evolución más prolongada.

Se mencionan además las malformaciones de las arterias coronarias y de las arterias subclavias [22].

HISTORIA NATURAL

Los pacientes con coartación de aorta se van a manifestar, como ya hemos mencionado, en dos formas principales.

El primer grupo sería aquel en el que los síntomas se presentan en la primera semana de vida a causa de que la circulación distal del cuerpo es dependiente de la permeabilidad del ductus arterioso. Por ello al momento de cerrarse el ductus, se va a dar un cuadro de choque cardiogénico y en virtud de la ausencia de una circulación colateral bien desarrollada a esta edad, el cuadro se va a asociar a una acidosis severa y lesión de los órganos distales a la coartación.

El otro grupo del espectro lo constituye aquel en el cual la mayoría de los pacientes están asintomáticos, pero van desarrollando hipertensión arterial específicamente en las extremidades superiores [25].

Puede haber algunas variantes entre estos extremos como consecuencia de las otras malformaciones o variantes asociadas [26,27].

DIAGNÓSTICO

En el examen físico de un paciente que se presenta con un choque cardiogénico, por el cierre del ductus arterioso usualmente durante el período neonatal, va a mostrar un bebé con mala perfusión tisular, taquicardia, taquipnea y ausencia de pulsos especialmente en extremidades inferiores. La presión arterial va a estar disminuida y el hígado aumentado de tamaño.

En la radiografía de tórax vamos a encontrar una cardiomegalia importante [28].

El examen clave para el diagnóstico de esta patología es el ecocardiograma con doppler color

en donde hay una ausencia de flujo en la aorta torácica distal, puede también determinarse el sitio de la coartación, la morfología del arco y sus diversos componentes y la presencia o no de otras malformaciones intracardiacas.

El examen físico de un paciente de mayor edad revela una hipertensión arterial de las extremidades superiores asociada a una ausencia de pulsos femorales [29].

En la radiografía torácica del paciente de mayor edad, podríamos notar en algunas oportunidades el signo clásico de 3 que vendría a ser la consecuencia de la dilatación de la arteria subclavia, el estrechamiento de la aorta y finalmente la dilatación post estenótica. En ocasiones y dependiendo del tiempo de evolución se pueden notar lesiones erosivas de las costillas por el ensanchamiento de las arterias intercostales. En la ecocardiografía vamos a encontrar una coartación que la mayor parte de las veces no está asociada a otras malformaciones significativas.

En algunas oportunidades y para estudiar características particulares de la enfermedad, se pueden requerir otros exámenes como la angiografía, el cateterismo, la tomografía computarizada, la resonancia magnética o la ecocardiografía fetal (Ver Fig. 5), [30,31].



Figura 5. Imagen muestra un aortograma donde se aprecia una coartación de la aorta característica [Original].

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS

La estrategia para el abordaje de la coartación va a depender de la edad a la cual se presenta el paciente, de su condición clínica al momento del diagnóstico y de las características de la malformación del arco [32,33,34,35].

El otro factor que tiene gran influencia en cuanto a la cirugía que se debe practicar es la presencia o no de otras malformaciones asociadas con particular interés en el caso de la comunicación inter ventricular y la obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo [36,37,38].

Entre las diversas técnicas de reparación del defecto aórtico podemos citar:

RESECCIÓN DE LA COARTACIÓN Y ANASTOMOSIS AÓRTICA TÉRMINO - TERMINAL:

Esta fue la primera técnica descrita para la corrección de una coartación, en un paciente de 12 años en 1944.[11] Posteriormente se presentaron otros reportes de enfermos más pequeños [39].

Esta técnica ha sido muy utilizada a través de los años con muy bajos porcentajes de mortalidad y parece ser la primera alternativa para coartaciones localizadas, no obstante al paso del tiempo sí presenta índices moderados de recoartación y no puede ser usada en casos donde existe una hipoplasia o elongación importante de alguno de los segmentos del arco [40].

INTERPOSICIÓN DE UN TUBO PROSTÉTICO:

Esta técnica fue descrita por Gross en 1951, y consistía en el uso de un segmento de homoinjerto de aorta particularmente en pacientes con segmentos de coartación prolongados. Luego otros autores usaron injertos de otros materiales como dacrón [41,42].

Esta modalidad tiene la ventaja de que se puede usar en pacientes que tienen un segmento largo de obstrucción o bien aquellos en los que es más difícil el movilizar la aorta para hacer una

anastomosis termino –terminal. Incluso puede ser usada por una toracotomía derecha en pacientes que ya han sido reoperados o con otras lesiones residuales en el sitio original de la coartación. Tiene lógicamente la desventaja de que el injerto no puede crecer lo que limita su uso en pacientes más pequeños en los que existe una mayor probabilidad de que se desarrolle una recoartación.

AORTOPLASTÍA CON PARCHES:

Esta otra alternativa de reparación descrita por Vosschulte en Alemania en 1957 consiste en la creación de un parche prostético que se coloca a manera de una teja sobre el sitio de la estrechez de la aorta [43].

Esta variante presenta la ventaja de que se puede usar para reparar la coartación y en caso necesario el parche se puede extender a los diversos segmentos del arco que pueden estar hipoplásicos sin tener que hacer una movilización extensa de los tejidos.

Su principal desventaja, además de la posibilidad de una recoartación, es la de que se puede asociar al desarrollo de aneurismas a nivel del parche.

AORTOPLASTÍA CON FLAP DE LA ARTERIA SUBCLAVIA:

Esta técnica fue introducida por Waldhausen y Nahrwold en Suecia, en 1966 en tres pacientes lactantes [44].

El principal atractivo de la misma es el usar un tejido propio del paciente para reparar el defecto, con la evidente ventaja de que el tejido pueda crecer con el mismo y de esa forma prevenir el desarrollo de una recoartación. La técnica también puede ser usada en caso de hipoplasias del istmo y en forma reversa para hipoplasias del arco transversal[45].

Al utilizar la arteria principal, su principal limitación sería la probabilidad de poner en riesgo

la irrigación de la extremidad superior particularmente en pacientes de mayor edad [46,47,48].

RESECCIÓN DE LA COARTACIÓN Y ANASTOMOSIS TÉRMINO – TERMINAL EXTENDIDA:

En 1977 Amato reporto el uso de esta nueva variante en pacientes con hipoplasia del arco transverso y coartación. En ella luego de resear la coartación se anastomosa la aorta distal adecuadamente movilizada con el arco transverso hipoplásico abierto en forma longitudinal [49,50].

Este abordaje puede requerir de una toracotomía media y circulación extracorpórea dependiendo del grado de hipoplasia del arco, pero tiene la ventaja evidente de que no requiere del uso de tejido protésico, y presenta además ciertas ventajas potenciales para prevenir la recoartación.

CONCLUSIONES

Es posible a través del análisis anterior el percibir que el momento en que se debe efectuar la corrección y la estrategia del abordaje va a estar en relación directa con el momento en que se presenta el diagnóstico. Lógicamente este momento va a depender también de las características anatómicas de la obstrucción en el arco aórtico y de la presencia o no de lesiones intracardiacas, en especial aquellas relacionadas con el ventrículo subaórtico.

Existe una gran variedad de procedimientos para corregir un defecto obstructivo localizado de la aorta sin otras lesiones, este abordaje puede ser realizado usualmente por una toracotomía lateral izquierda.

En caso de que a dicho defecto localizado de la aorta se le asocie una comunicación interventricular, dependiendo del grado de sobrecarga pulmonar presente y de las condiciones generales del paciente, esta se puede abordar también paliativamente durante la toracotomía

por medio de un cerclaje parcial de la arteria pulmonar, esperando a que con el tiempo pueda cerrar parcialmente dicho defecto y en caso necesario hacer en forma diferida un cierre directo del mismo.

La toracotomía lateral es posiblemente la más indicada en pacientes con una coartación localizada, sin otros defectos del arco y que usualmente se presentan en etapas más tardías luego del nacimiento.

En aquellos enfermos con lesiones en el arco transverso o el istmo asociadas a la coartación y que con mayor frecuencia asocian otros problemas intracardiacos, la estrategia del abordaje se complica por el hecho de que se debe realizar un procedimiento más extenso con una reparación concomitante de ser posible de varios defectos para asegurar una mejor sobrevida.

Necesitaríamos entonces de operar al paciente por medio de una esternotomía media con una corrección de los defectos del arco aórtico mediante circulación extracorpórea y de ser posible podemos también corregir simultáneamente los otros defectos asociados como la comunicación interventricular.

El problema puede ser mayor en caso de que los defectos intracardiacos sean mucho más complejos como en el caso de obstrucciones subaórticas, defectos de la válvula mitral, la presencia de un ventrículo único, hipoplasia de alguno de los ventrículos o discordancia ventrículo arterial concomitante.

Para hacer un poco más difícil esta toma de decisiones hay que considerar que la mayoría de estos pacientes van a manifestar su enfermedad en un período neonatal muy temprano al momento del cierre del ductus arterioso. Esta situación puede llevar al enfermo a una situación de mayor riesgo asociado, en virtud de que la circulación post -ductal de todos sus órganos va a depender de que el ductus se encuentre permeable.

El impacto de una mala perfusión de todos esos órganos puede conducir a lesiones severas en los diversos sistemas corporales lo que puede hacer aun más difícil la cirugía de estos pacientes.

Es por esto que el diagnóstico temprano durante el período de gestación de estas malformaciones puede también ser de gran ayuda para prevenir complicaciones durante el nacimiento al permitir recibir al paciente en condiciones especiales.

El conocimiento apropiado de la anatomía del arco aórtico y de las diferentes estructuras intracardiacas es de gran importancia para poder adoptar una estrategia adecuada al momento de planificar el tratamiento quirúrgico de todas estas enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ho SY, Anderson RH. Coarctation, tubular hipoplasia and the ductus arteriosus. Histological study of 35 specimens. *Br Heart J* 1979; 41: 268-274.
2. Rudolph AM, Heymann MA, Spitznas U. Hemodinamic considerations in the development of the narrowing of the aorta. *Am J Cardiol* 1972; 30: 514-525.
3. Becker AE. Segmental aortic hypoplasia of how to interpret the flow concept. *Int Journal of Cardiol* 1988; 20: 247-255.
4. Pellegrino A, Anderson RH, Smith A, et al. Aortic coarctation in the first three months of life. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 89: 121-127.
5. Morgagni JB: De sedibus et causis morborum, Epist XVIII: Article 6, 1760.
6. Craige D. Instance of obliteration of the aorta beyond the arch. *Edinburgh Medical and Surgical Journal* 1841; 56: 427-62.
7. Bonnet LM. Sur la lesion dite estenose congenitale de l' aorte dans la región de l' isthme. *Rev de Med* 1903; 23: 108-26.
8. Rafeststein GH, Levine SA, Groos RE. Coarctation of the aorta: A review of 104 autopsied cases of the adult type 2 years of age or older. *Am Heart J* 1947; 33: 146-68.
9. Gross RE. Surgical correction of coarctation of the aorta. *Surgery* 1945; 18:673-8.
10. Blalock A, Park EA. Surgical treatment of experimental coarctation (atresia) of aorta. *Ann Surg* 1944; 119: 445-56.
11. Crawford C, Nylin G. Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. *J Thorac Surg* 1945; 14: 347.
12. Lynxwiler CP, Smith S, Babich J. Coarctation of the aorta: Report of case. *Arch Pediatr* 1951; 68:203.
13. Van Son JA, Mohr FW, Hess H, et al. Early repair of coarctation of the aorta. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* Aug 1999; 5(4): 237-244.
14. Sudarshan CD, Cochrane AD, Jun ZH, et al. Repair of coarctation of the aorta in infants less than 2 kilograms. *Ann Thoracic Surg* July 2006; 82(1): 158-163.
15. Bacha EA, Almodovar M, Wessel DL, et al. Surgery for coarctation of the aorta in infants weighing less than 2 kg. *Ann Thoracic Surg* April 2001; 71(4): 1260-1264.
16. Alvarado O, Jackson M., Smith A., McKay R. Correlación entre la morfología intracardiaca y la anatomía del arco aórtico en coartación de la aorta. *Actualización Cardiovascular* 1991; 5:301-12.
17. Zannini I, Cargiulo G, Albanese SB, et al. Aortic coarctation with hypoplastic arch in neonates: a spectrum of anatomic lesions requiring different surgical options. *Ann Thorac Surg* 1993; 56: 288.
18. Becker AE, Becker MJ, Edwards JE. Anomalies associated with coarctation of the aorta. Particular reference to the infancy. *Circulation* 1970; 41: 1067-75.
19. More GW, Hutchins GM. Association of interrupted aortic arch with malformations producing reduced blood flow to the fourth aortic arches. *Am J Cardiol* 1978; 42: 467-462.
20. Freedom RM, Rosen FS, Nadas A. Congenital cardiovascular disease and anomalies of the third and fourth pharyngeal pouches. *Circulation* 1972; 47: 165-174.



21. Hutchins JG. Coarctation of the aorta explained as a branch point of the ductus arteriosus. *Am J Pathol* 1971; 63: 203-9.
22. Mavroudis C, Backer CL. *Pediatric Cardiac Surgery Mavroudis Backer Third Edition*. 2003; Chapter 14:251-272.
23. Shone JD, Sellers RD, Anderson RC, et al. The developmental complex of parachute mitral valve, supra-avalvular ring of the left atrium, subaortic stenosis, and coarctation of the aorta. *Am J Cardiol* 1963; 11: 714.
24. Celoria GC, Patton RB. Congenital absence of the aortic arch. *Am Heart J*. 1959; 58: 407-13.
25. Elzenga NJ, Gittenberger-de Groot AC. Localized coarctation of the aorta. An age dependant spectrum. *Br Heart J* 1983; 49:317-323.
26. Campbell M. Natural history of coarctation of the aorta. *Br Heart J* 1970; 32: 633.
27. Moulart AJ, Bruins CC, Oppenheimer-Dekker A. Anomalies of the aortic arch and ventricular septal defects. *Circulation* 1976; 53(6): 1011-1015.
28. Graham TP Jr., Atwood GF, Boerth RC, et al. Right and left heart size and function in infants with symptomatic coarctation. *Circulation* 1988; 56: 641.
29. Moffat DB. Pre and postnatal changes in the left subclavian artery and their possible relationship to coarctation of the aorta. *Acta Anat* 1960; 43: 346.
30. O'Connor AR, Moody AR, Ludman CN. Images in cardiology. Aortic coarctation diagnosed by magnetic resonance angiography. *Heart* 1999; 81(6):671.
31. Gomez- Montes E, Herraiz L, Mendoza A, et al. Prenatal prediction of surgical approach for coarctation of the aorta repair. *Fetal Diag Ther* 2014; 35: 27-35.
32. Williams WG, Shindo G., Trusler GA, et al. Results of repair of coarctation of the aorta during infancy, *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 79: 603.
33. Brouwer MHJ, Kuntze GEE, Ebels T, et al. Surgery for coarctation in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 101: 1093.
34. Karl TR. Surgery is the best treatment for primary coarctation in the majority of the cases. *J Cardiovasc Med* 2007; 8(1): 50-56.
35. Jenkins NP, Ward C, Coarctation of the aorta. Natural history and outcome after surgical treatment. *QJM* 1999; 92(7): 365-71.
36. Anderson RH, Lenox CC, Zubetbuhler JR. Morphology of the ventricular septal defect associated with coarctation of the aorta. *Br Heart J* 1983; 50: 176-181.
37. Alsoufi B, Cai S, Coles JG, et al. Outcome of different surgical strategies in treatment of neonates with aortic coarctation and associated ventricular septal defect, *Ann Thoracic Surg* 2007; 84(4): 1331-6.
38. Kanter KR, Mahie WT, Kogon BE, et al. Which is the optimal management of infants with coarctation and ventricular septal defect?, *Ann Thoracic Surg* 2007; 84(12): 612-18.
39. Kirklin JW, Burchell HB, Pugh DG, et al. Surgical treatment of coarctation of the aorta in a ten week old infant: report of a case. *Circulation* 1952; 6: 411.
40. Siewers RD, Etedgui J, Pahl E, et al. Coarctation and hypoplasia of the aortic arch: will the arch grow? *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 608.
41. Gross RE. treatment of certain aortic coarctations by homologous graft: report of 19 cases. *Ann Surg* 1951; 134: 753.
42. Morris GC, Cooley DA, DeBakey ME, et al. Coarctation of the aorta with particular emphasis upon improved techniques of surgical repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1960; 40: 705.
43. Vosschulte K. Surgical correction of coarctation of the aorta by an isthmusplastic operation *Thorax* 1961; 16: 338.
44. Waldhausen JA, Nahrwold DL. Repair of coarctation of the aorta with a subclavian flap *Journal Thorac Cardiovasc Surg* 1966; 51: 532.
45. Kanter KR, Vincent RN, Fyfe DA. Reverse subclavian flap repair of hypoplastic transverse aorta in infancy *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 1530.
46. Van Son JA, Van Asten WN, Van Lier HJ, et al. Detrimental sequelae of the hemodynamics of the upper left limb after subclavian flap angioplasty in infancy. *Circulation* 1990; 81(3): 996-1004.
47. Maddali MM, Menon RG, Valliatu J, et al. Left upper limb shortening following reverse subclavian flap



artery angioplasty, *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2008; 16(4): 346-7.

48. Allen BS, Haldorsson AO, Barth MJ, et al. Modification of the subclavian patch aortoplasty for repair of the aortic coarctation in neonates and infants. *Ann Thorac Surg* 2000; 69(3): 877-880.
49. Amato JJ, Rheinlander HF, Cleveland CJ. A method of enlarging the distal transverse arch in infants with hypoplasia and coarctation of the aorta. *Ann Thorac Surg* 1977; 23:261.
50. Wood AE, Javadpour H, Dulf D, et al. Is extended arch aortoplasty the operation of choice for infant aortic coarctation. *Ann Thoracic Surg* 2004; 77(4): 1353-1358.

INFORMACIÓN DEL AUTOR

Oswaldo Alvarado Jiménez.
ecomedic@gmail.com

