

Manejo del neonato con coartación de aorta e hipoplasia de arco



Juan Miguel Aguilar Jiménez^{a,*}, Enrique Garcia Torres^a, Francesco Arlati^a, Francisco Vera Puente^a, Alberto Mendoza Soto^b, Miguel Ángel Granados Ruiz^b, Marta Olmedilla Jodar^c, Ana M. Llorente de la Fuente^c y Juan V. Comas Íllas^a

^a Servicio de Cirugía Cardíaca Pediátrica, Instituto Pediátrico del Corazón, Hospital Universitario Doce de octubre, Madrid, España

^b Servicio de Cardiología Pediátrica, Instituto Pediátrico del Corazón, Hospital Universitario Doce de octubre, Madrid, España

^c Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital Universitario 12 Doce de octubre, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 24 de septiembre de 2014

Aceptado el 15 de diciembre de 2014

On-line el 18 de febrero de 2015

Palabras clave:

Coartación aórtica

Hipoplasia del arco aórtico

Técnica Amato

Neonato

R E S U M E N

Introducción: La coartación aórtica del neonato puede asociar en un porcentaje importante hipoplasia del arco aórtico, llegando en algunas series al 60%.

Cuando existe hipoplasia del arco aórtico distal el tratamiento estándar consiste en la resección de la zona de coartación y anastomosis termino-terminal extendida.

En casos de hipoplasia severa del arco aórtico distal y arco distal largo, podría no ser suficiente con la resección y anastomosis termino-terminal extendida, por lo que sería razonable realizar alguna técnica adicional para ampliar el arco aórtico distal, evitando así un abordaje anterior, el uso de parada circulatoria con o sin perfusión cerebral selectiva y el aumento de la morbimortalidad perioperatoria.

Métodos: Presentamos los resultados de 4 neonatos, a los que se les realizó una ampliación del arco aórtico distal, según técnica de Amato (anastomosis latero-lateral entre las arterias carótida y subclavia izquierdas), para posteriormente resecar la zona de coartación y anastomosar la aorta descendente al arco aórtico previamente ampliado.

Resultados: En todos los casos el ecocardiograma postoperatorio mostró arco reconstruido con flujo laminar. No se ha presentado ningún caso de recoartación durante un período de seguimiento medio de 12 meses.

Conclusión: Consideramos que la técnica de elección en la coartación con hipoplasia de arco distal es la resección y anastomosis termino-terminal extendida.

En casos seleccionados, con arco aórtico distal muy largo y severamente hipoplásico, la técnica de Amato es una alternativa atractiva, con el objeto de evitar un abordaje anterior y el uso de CEC. Además, puede realizarse en un primer tiempo, manteniendo perfusión sistémica ductus-dependiente.

© 2014 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Management Of The Neonate With Aortic Coarctation And Hypoplastic Aortic Arch

A B S T R A C T

Keywords:

Aortic coarctation

Aortic arch hypoplasia

Amato technique

Neonate

Introduction: Neonatal aortic coarctation can be combined with a significant percentage of aortic arch hypoplasia, reaching 60% in some series.

When there is hypoplasia of the distal aortic arch, the standard treatment consists of resection of the coarctation zone and extended end-to-end anastomosis.

In cases of severe distal aortic arch hypoplasia and a long distal arch, resection and extended end-to-end anastomosis would not be sufficient, making it reasonable to perform an additional technique to widen the distal aortic arch, thus avoiding an anterior approach and interrupting the blood circulation with or without selective cerebral infusion, with the resulting risk of an increase in perioperative morbidity and mortality.

Methods: The results are presented on 4 neonates on whom a widening of the distal aortic arch was performed using the Amato technique (side-to-side anastomosis between the left carotid and subclavian arteries), in order to subsequently resect the coarctation zone and perform an anastomosis of the descending aorta to the previously widened aortic arch.

Results: The post-operative echocardiogram showed a reconstructed arch with laminar flow in all cases. There has been no recurrence of coarctation in any of the cases during a mean follow-up of 12 months.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: juanmi_ccv@hotmail.com, juanmiccv@gmail.com (J.M. Aguilar Jiménez).

Conclusion: We believe that resection with extended end-to-end anastomosis is the technique of choice in coarctation with distal arch hypoplasia.

The Amato technique is an attractive alternative in selected cases with a very long and severely hypoplastic distal arch, with the aim of avoiding an anterior approach and the use of extracorporeal circulation. This could also be performed initially, maintaining *ductal-dependent systemic perfusion*.

© 2014 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La coartación aórtica del neonato puede asociar en un porcentaje importante hipoplasia del arco aórtico, llegando en algunas series al 60%¹.

Moulaert² definió la hipoplasia del arco aórtico en función del tamaño de la aorta ascendente. Así, para considerar el arco aórtico proximal hipoplásico, el diámetro de este debe ser menor del 60% del diámetro de la aorta ascendente, el arco aórtico distal menor del 50% y el istmo menor del 40%. Otros grupos la han definido como un diámetro menor al peso del paciente más uno³.

En diferentes series se ha demostrado que la hipoplasia del arco aórtico aumenta el riesgo de gradiente residual tras la corrección, con el consiguiente aumento de la mortalidad⁴ y de la tasa de recoartación⁵⁻⁸.

Es más, en la serie de Poirier⁹ el 81% de los pacientes habían sido intervenidos previamente de coartación con gradiente residual en el arco aórtico.

Por tanto, es prioritario tratar agresivamente cualquier grado de hipoplasia del arco ante la probable ausencia de crecimiento armónico del mismo.

Cuando existe hipoplasia del arco aórtico distal, el tratamiento estándar consiste en la resección de la zona de coartación y anastomosis termino-terminal extendida al suelo del arco aórtico, hasta el nacimiento de la arteria carótida izquierda.

Esta técnica, descrita inicialmente por Zanini¹⁰, ha presentado series posteriores con excelentes tasas de mortalidad y recoartación^{1,4,7,11-13}.

En casos de hipoplasia severa del arco aórtico distal y arco distal largo podría no ser suficiente con la resección y anastomosis termino-terminal extendida, por lo que sería razonable realizar alguna técnica adicional para ampliar el arco aórtico distal.

La alternativa sería un abordaje anterior y el uso de parada circulatoria con o sin perfusión cerebral selectiva, con el consiguiente aumento de la morbilidad¹⁴⁻¹⁶ y la mortalidad perioperatorias⁴.

Existen diversas técnicas para ampliar el arco aórtico distal, como serían la propia resección y anastomosis termino-terminal extendida, el flap de subclavia reverso¹⁷, la ampliación con parche¹⁸ o la técnica de Amato¹⁹, entre otras.

La técnica de Amato fue descrita por J. Amato en 1977 y consiste en la resección y anastomosis termino-terminal extendida, además de anastomosar latero-lateralmente el origen de las arterias carótida y subclavia izquierdas. En su inicio, se realizaba en primer lugar la resección y anastomosis termino-terminal extendida, realizando la anastomosis latero-lateral entre las arterias carótida y subclavia izquierda si existía gradiente tensional significativo entre la arteria radial derecha y una de las arterias femorales. Esta técnica tiene la ventaja de que mantiene flujo anterógrado en la arteria subclavia izquierda y que no requiere material protésico para ampliar el diámetro del arco aórtico distal (figs. 1-3).

Como ya han destacado otros autores, es importante realizar la ampliación del arco distal con perfusión sistémica ductus dependiente¹⁸, para minimizar así el riesgo de isquemia medular.

En nuestro caso, al tratarse de neonatos con arco distal largo y severamente hipoplásico, en los que previsiblemente no iba a ser suficiente con la resección y anastomosis termino-terminal

extendida para ampliar el arco distal, se decide realizar la anastomosis latero-lateral entre la arteria carótida izquierda y la arteria subclavia izquierda en un primer tiempo, manteniendo perfusión sistémica a través del ductus.

Métodos y pacientes

Presentamos nuestra experiencia inicial de 4 neonatos con diagnóstico de coartación ístmica con arco aórtico distal severamente hipoplásico (fig. 4A).

La edad media en el momento de la reparación fue de 8 ± 6 días, con un peso medio de $3,5 \pm 0,46$ kg. Los diámetros medios del arco distal e istmo con respecto a la aorta ascendente fueron del 48 y 30%, respectivamente. La longitud media del arco aórtico distal fue de $7,7 \pm 1,5$ mm. Los diámetros del anillo aórtico, aorta ascendente, arco e istmo, así como la longitud del arco aórtico distal se encuentran detallados en la tabla 1.

En todos los casos la válvula aórtica era tricúspide. Todos los pacientes presentaban CIA ostium secundum. Tres pacientes presentaban CIV, en 2 casos perimembranosa y en un caso subpulmonar. A 2 de estos pacientes se les realizó cerclaje de la arteria pulmonar como procedimiento concomitante a la cura de la coartación. En uno de los pacientes la CIV perimembranosa era menor de 4 mm y presentaba además abundante tejido de cierre dependiente de válvula tricúspide, por lo que se decidió manejar de forma conservadora.

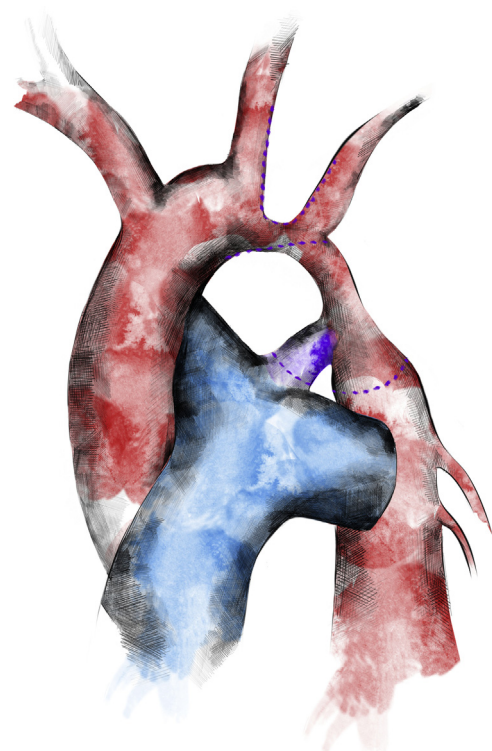


Figura 1. Ilustraciones de la técnica. Imagen prequirúrgica y líneas de incisión.

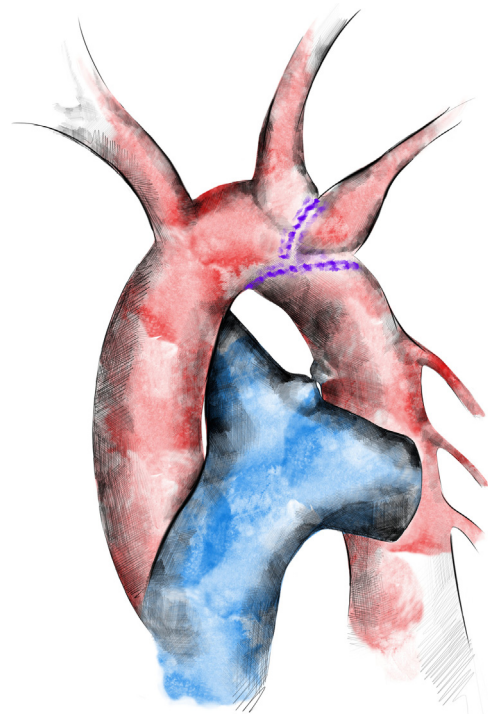
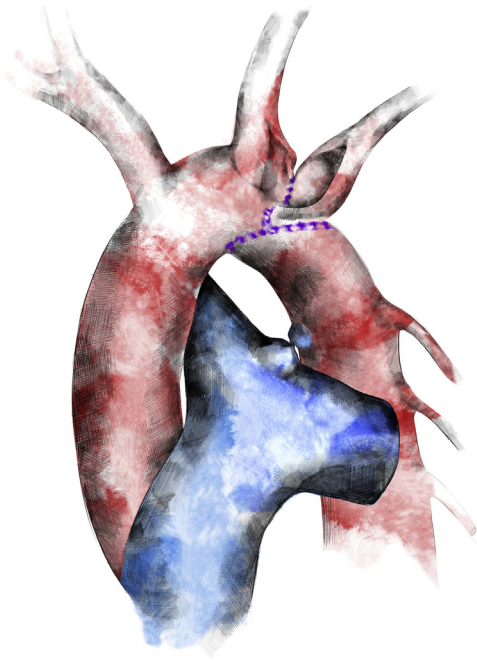


Figura 2. Ilustraciones de la técnica. Anastomosis latero-lateral entre las arterias carótida y subclavia izquierda.

Figura 3. Ilustraciones de la técnica. Imagen final.

Tabla 1
Características preoperatorias de los pacientes

Paciente	1 mm (%)	2 mm (%)	3 mm (%)	4 mm (%)
- Ø anillo Ao	6	5,5	6	5,7
- Ø Ao Asc	6	7	6	8,8
- Ø arco proximal	3,7 (61)	4,3 (61,4)	3,7 (61)	5,5 (62)
- Ø arco distal	3 (50)	3,2 (45,7)	3 (50)	4,2 (48)
- Longitud arco distal	6,5	10	7,5	6,8
- Ø itsmo	2 (33,3)	2-2,5 (32)	1,7 (28,3)	2,3 (26)

Todos los pacientes presentaban ductus arterioso permeable, con cortocircuito bidireccional de predominio D-I.

Técnica quirúrgica

En los 4 casos se realizó ampliación del arco distal con técnica de Amato, además de resección de la zona de coartación y anastomosis termino-terminal extendida al suelo del arco aórtico.

En todos los casos se realizó monitorización de la tensión arterial de forma invasiva en la arteria radial derecha y en una de las arterias femorales.

Se realizó abordaje por toracotomía postero-lateral izquierda a nivel del cuarto espacio intercostal. Tras la retracción del pulmón y la apertura de la pleura parietal posterior, se disecan y liberan aorta descendente, ductus arterioso, istmo, arteria subclavia izquierda, arco aórtico distal, carótida izquierda y arco aórtico proximal (fig. 4B).

En un primer tiempo, tras pinzar proximalmente con una pinza C las arterias carótida y subclavia izquierda y el arco aórtico proximal, y distalmente con una pinza recta el istmo aórtico, se realiza apertura de la zona más superior del arco distal, prolongando la incisión por la cara interna las arterias carótida y subclavia izquierda hasta aproximadamente 1,5 cm de su origen. Posteriormente se anastomosan ambas arterias latero-lateralmente comenzando por su parte posterior.

En un segundo tiempo, se retira la pinza recta del istmo aórtico y se recoloca en aorta descendente. Se realiza ligadura del ductus arterioso, resección de la zona coartada eliminando cualquier resto de tejido ductal, apertura del suelo del arco aórtico hasta el origen

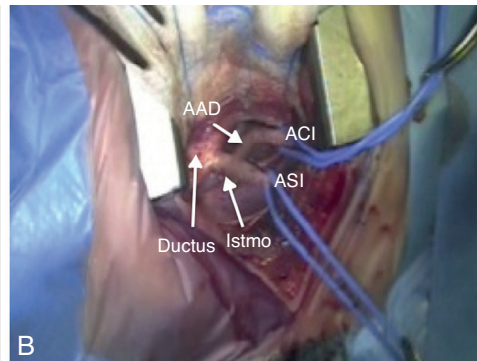
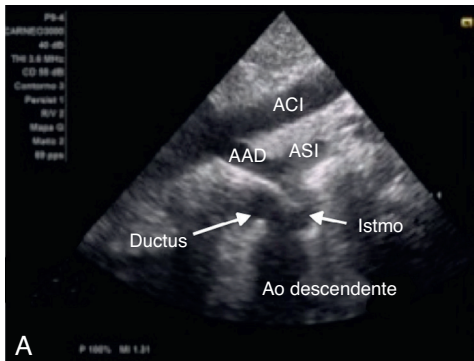


Figura 4. A) Imagen ecocardiográfica preoperatoria. Se identifican carótida izquierda, arco aórtico distal, subclavia izquierda, istmo, ductus y aorta descendente. B) Imagen quirúrgica. Se han disecado y liberado carótida izquierda, arco aórtico distal, subclavia izquierda, istmo, ductus y aorta descendente. Se encuentran referidas con vessel-loops las arterias carótida y subclavia izquierdas.

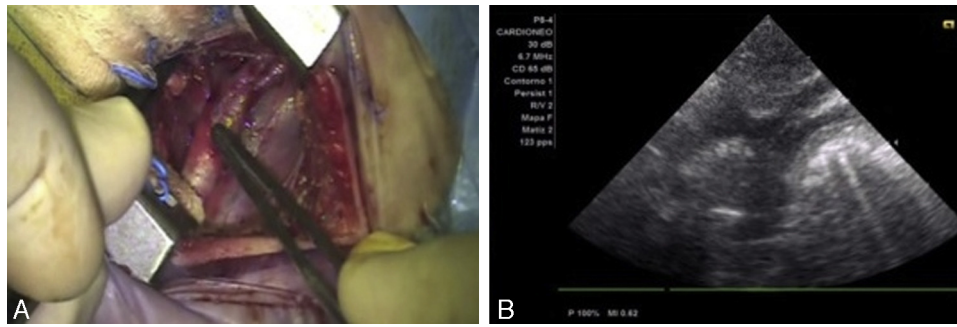


Figura 5. A) Imagen quirúrgica. Final. B) Imagen ecocardiográfica postoperatoria.

de la arteria carótida izquierda y, finalmente, anastomosis termino-terminal entre aorta descendente y el arco aórtico (fig. 5).

Resultados

No se presentaron casos de mortalidad operatoria. El tiempo medio de pinzamiento con perfusión sistémica ductus dependiente fue de 25 ± 3 min, mientras el tiempo de pinzamiento aórtico isquémico fue de 21 ± 3 min. El ecocardiograma postoperatorio mostró arco reconstruido con flujo laminar a su través, sin gradiente residual. El periodo de seguimiento fue $12 \pm 3,6$ meses. No se presentaron casos de recoartación durante el seguimiento. Un paciente presentó parálisis en la cuerda vocal izquierda. Un paciente precisó reintervención para cierre de comunicación interauricular ostium secundum por clínica de hiperaflujo pulmonar y bajo gasto cardíaco en el postoperatorio. Al final del periodo de seguimiento ningún paciente presentaba gradiente residual significativo.

Discusión

Desde la descripción de Crafoord²⁰ en 1945, de su técnica de resección y anastomosis termino-terminal, han sido muchas las técnicas empleadas para el tratamiento quirúrgico de la coartación aórtica.

La técnica de subclavian flap (Waldhausen)²¹ ha obtenido resultados dispares en cuanto a mortalidad operatoria, pero parece clara su asociación con recoartación cuando se emplea en menores de un mes de vida^{22,23}, debido a que no elimina el tejido ductal^{24,25}. Además se ha documentado que el sacrificio de la arteria subclavia izquierda se traduce en una discrepancia de tamaño entre ambos miembros superiores²⁶.

La técnica de aortoplastia con parche²⁷ ha presentado buenos resultados de mortalidad operatoria y tasas de recoartación, sin embargo se ha asociado al desarrollo de aneurismas en el lado opuesto al parche.

Zanini en 1985 y posteriormente Lansmann²⁸ en 1986 describen una nueva técnica, anastomosis termino-terminal extendida, con la que además de resolver la coartación ístmica se puede tratar la hipoplasia de arco distal frecuentemente asociada.

Posteriormente se han descrito técnicas que permiten tratar la hipoplasia de arco proximal por toracotomía izquierda, pero que implican pinzar parcialmente el arco aórtico proximal y, por tanto, aumentan el riesgo de desarrollar daño neurológico o disfunción ventricular izquierda por aumento excesivo de la poscarga^{29,30}.

Parece claro que hay que tratar de forma agresiva la hipoplasia de arco distal ante la incertidumbre del crecimiento de este⁹ y ante la posibilidad de que el gradiente residual a su través produzca disfunción ventricular³¹.

En nuestro grupo, si existe hipoplasia del arco aórtico proximal o si existen otros defectos concomitantes que precisen reparación en

período neonatal se realiza abordaje mediante esternotomía bajo CEC, hipotermia moderada y perfusión cerebral selectiva.

Otros grupos han utilizado abordaje anterior bajo determinadas circunstancias especiales, tales como la existencia de un tronco bovino o de una subclavia derecha aberrante, frecuentemente asociados⁴.

Del mismo modo, existen grupos que abordan la hipoplasia del arco aórtico proximal mediante toracotomía izquierda^{29,30}.

La técnica estándar para el tratamiento de la coartación aórtica con hipoplasia de arco distal consiste en la resección y anastomosis termino-terminal extendida, como ha quedado patente en varias series con bajas tasas de mortalidad y recoartación^{1,4,12,13}.

Sin embargo, existe controversia en casos de arco distal largo y severamente hipoplásico, con respecto a si es necesario emplear alguna técnica adicional para ampliar el arco distal¹⁷⁻¹⁹.

Parece claro que, en caso de precisar aumentar el arco distal con alguna técnica adicional, sería ideal hacerlo con perfusión sistémica ductus dependiente^{17,18}, con objeto de evitar el riesgo de isquemia medular y disfunción ventricular^{32,33}.

Empleando la técnica de Amato, esto se consigue sin el uso de material protésico y manteniendo indemne la arteria subclavia izquierda. Además, el tiempo medio quirúrgico empleado en la ampliación del arco aórtico distal ha sido de 25 min, mucho menor a lo documentado en otras series¹⁸.

Por otra parte, nuestros pacientes han tenido poco tiempo de seguimiento, si bien es cierto que varias series han documentado que la mayor parte de las recoartaciones ocurren en el primer año tras la cirugía^{1,4,12,17}.

Conclusión

Consideramos que la técnica de elección en la coartación con hipoplasia de arco distal es la resección y anastomosis termino-terminal extendida.

En casos seleccionados, con arco aórtico distal muy largo y severamente hipoplásico, la técnica de Amato es una alternativa atractiva, con el objeto de evitar un abordaje anterior y el uso de CEC, que puede realizarse, además, en un primer tiempo manteniendo perfusión sistémica ductus dependiente.

Responsabilidades 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 de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Wood AE, Javadpour H, Duff D, Oslizlok P, Walsh K. Is extended arch aortoplasty the operation of choice for infant aortic coarctation? Results of 15 years' experience in 181 patients. *Ann Thorac Surg*. 2004;77:1353–7.
- Moulaert AJ, Bruins CC, Oppenheimer-Dekker A. Anomalies of the aortic arch and ventricular septal defects. *Circulation*. 1976;53:1011–5, 1976; 53:1011–5.
- Karl TR, Sano S, Brawn W, Mee RBB. Repair of hypoplastic or interrupted arch via sternotomy. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1992;104:688–95.
- Kaushal S, Backer CL, Patel JN, Patel SK, Walker BL, Weigel TJ, et al. Coarctation of the aorta: midterm outcomes of resection with extended end-to-end anastomosis. *Ann Thorac Surg*. 2009;88(6):1932–8.
- Demircin M, Arsan S, Pasaoglu I, Atasoy S, Sarigul A, Dogan R, et al. Coarctation of the aorta in infants and neonates: Results and assessment of prognostic variables. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1995;36:459–64.
- McElhinney DB, Yang SG, Hogarty AN, Rychik J, Gleason MM, Zachary CH, et al. Recurrent arch obstruction after repair of isolated coarctation of the aorta in neonates and young infants: Is low weight a risk factor? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;122:883–90.
- Sakurai T, Stickley J, Stümper O, Khan N, Jones TJ, Barron DJ, et al. Repair of isolated aortic coarctation over 2 decades: impact of surgical approach and associated arch hypoplasia. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2012;15(5):865–70.
- Hager A, Schreiber C, Nutzl S, Hess J. Mortality and restenosis rate of surgical coarctation repair in infancy: A study of 191 patients. *Cardiology*. 2009;112:36–41.
- Poirier NC, van Arsdell GS, Brindle M, Thyagarajan GK, Coles JG, Black MD, et al. Surgical treatment of aortic arch hypoplasia in infants and children with biventricular hearts. *Ann Thorac Surg*. 1999;68:2293–7.
- Zannini L, Lecompte Y, Galli R, Gargiulo G, Musiani A, Ghiselli A, et al. La coartazione aortica con ipoplasia dell'arco: Descrizione di una nuova tecnica chirurgica. *G Ital Cardiol*. 1985;15:1045–8.
- Burch PT, Cowley CG, Holubkov R, Null D, Lambert LM, Kouretas PC, et al. Coarctation repair in neonates and young infants: Is small size or low weight still a risk factor? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;138:547–52.
- Thomson JD, Mulpur A, Guerrero R, Nagy Z, Gibbs JL, Watterson KG. Outcome after extended arch repair for aortic coarctation. *Heart*. 2006;92:90–4.
- Wright GE, Nowak CA, Goldberg CS, Ohye RG, Bove EL, Rocchini AP. Extended resection and end-to-end anastomosis for aortic coarctation in infants: Results of a tailored surgical approach. *Ann Thorac Surg*. 2005;80:1453–9.
- Wypij D, Newburger JW, Rappaport LA, Du Duplessis AJ, Jonas RA, Wernovsky G, et al. The effect of duration of deep hypothermic circulatory arrest in infant heart surgery on late neurodevelopment: The Boston Circulatory Arrest Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126:1397–403.
- Bellinger DC, Wypij D, du Duplessis AJ, Rappaport LA, Jonas RA, Wernovsky G, et al. Neurodevelopmental status at 8 years in children with dextrorotation of the great arteries: The Boston Circulatory Arrest Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126:1385–96.
- Jonas RA. Neurological protection during cardiopulmonary bypass/deep hypothermia. *Pediatr Cardiol*. 1998;19:321–30.
- Kanter KR, Vincent RN, Fyfe DA. Reverse subclavian flap repair of hypoplastic transverse aorta in infancy. *Ann Thorac Surg*. 2001;71:1530–6.
- Dave H, Rosser B, Reineke K, Nguyen-Minh S, Knirsch W, Prêtre R. Aortic arch enlargement and coarctation repair through a left thoracotomy: Significance of ductal perfusion. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012;41(4):906–12.
- Amato JJ, Rheinlander HF, Cleveland RJ. A method of enlarging the distal transverse arch in infants with hypoplasia and coarctation of the aorta. *Ann Thorac Surg*. 1977;23(3):261–3.
- Crafoord C, Nylin G. Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. *J Thorac Surg*. 1945;14:347.
- Waldhausen JA, Nahrwold DL. Repair of coarctation of the aorta with a subclavian flap. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1966;51(4):532–3.
- Ziemer G, Jonas RA, Perry SB, Freed MD, Castaneda AR. Surgery for coarctation of the aorta in the neonate. *Circulation*. 1986;74 Suppl:25–31.
- Pandey R, Jackson M, Ajab S, Gladman G, Pozzi M. Subclavian flap repair: Review of 399 patients at median follow-up of fourteen years. *Ann Thorac Surg*. 2006;81:1420–8.
- Ho SY, Anderson RH. Coarctation, tubular hypoplasia, and the ductus arteriosus. Histological study of 35 specimens. *Br Heart J*. 1979;41:268.
- Elzenga NJ, Gittenberger-de Groot AC. Localized coarctation of the aorta. An age dependent spectrum. *Br Heart J*. 1983;49:317.
- Todd P, Dangerfield P, Hamilton DI, Wilkinson JI. Late effects on left upper limb of subclavian flap aortoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1983;85:678–81.
- Hehrlein FW, Mulch J, Rautenburg HW, Schlepper M, Scheld HH. Incidence and pathogenesis of late aneurysms after patch graft aortoplasty for coarctation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1986;92(2):226–30.
- Lansman S, Shapiro AJ, Schiller MS, Ritter S, Cooper R, Galla JD, et al. Extended aortic arch anastomosis for repair of coarctation in infancy. *Circulation*. 1986;74 Suppl:137–41.
- Rajasinghe HA, Reddy VM, van Son JA, Black MD, McElhinney DB, Brook MM, et al. Coarctation repair using end-to-side anastomosis of descending aorta to proximal aortic arch. *Ann Thorac Surg*. 1996;61:840–4.
- Elliott MJ. Coarctation of the aorta with arch hypoplasia: Improvements on a new technique. *Ann Thorac Surg*. 1987;44:321–3.
- Vouhé PR, Trinquet F, Lecompte Y, Vernant F, Roux PM, Touati G, et al. Aortic coarctation with hypoplastic aortic arch: Results of extended end-to-end aortic arch anastomosis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1988;96:557–63.
- Brewer LA III, Fosburg RG, Mulder GA, Verska JJ. Spinal cord complications following surgery for coarctation of the aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1972;64:368–81.
- Lerberg DB, Hardesty RL, Siewers RD, Zuberbuhler JR, Bahnson HT. Coarctation of the aorta in infants and children: 25 years of experience. *Ann Thorac Surg*. 1982;33:159–70.