



INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Reparación quirúrgica de coartación aórtica en lactantes menores

Ilaria Acevedo-Bañuelos^{a,*}, Javier González-Peña^a,
Miguel Ángel Chagolla-Santillán^a, Gunter Hernández-Morales^b
y Claudia Vianey Fariñas-Serratos^b

^a Cirugía Cardiotórácica, Cardiotóracos, Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, León, Guanajuato, México

^b Cardiología Pediátrica, Cardiotóracos, Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, León, Guanajuato, México

Recibido el 20 de septiembre de 2012; aceptado el 25 de marzo de 2013

PALABRAS CLAVE

Coartación;
Aórtica;
Lactante;
México

Resumen

Objetivo: Conocer la experiencia con la corrección quirúrgica de coartación aórtica en niños menores de 6 meses de edad, incluidos los neonatos, a corto y mediano plazo, haciendo énfasis en la morbilidad.

Método: Estudio retrospectivo, observacional y descriptivo. Incluidos los pacientes menores de 6 meses de edad sometidos a corrección quirúrgica de coartación aórtica. Datos obtenidos de la revisión de expedientes electrónicos.

Resultados: Se incluyeron 20 pacientes con coartación aórtica. La técnica quirúrgica empleada fue coartectomía ampliada en 19 pacientes y en uno se realizó colgajo de arteria subclavia. El tiempo promedio de pinzamiento aórtico fue de 18 min. El gradiente posquirúrgico promedio determinado por ecocardiografía fue de 12.2 mmHg. Un paciente falleció por sepsis secundaria a foco neumónico. La principal morbilidad posquirúrgica inmediata fue la hipertensión arterial sistémica en 7 pacientes, infección intrahospitalaria en 4 pacientes, con desarrollo de sepsis, un paciente se reoperó por gradiente alto. Un paciente presentó síndrome colestásico. Dieciocho pacientes requirieron transfusión en algún momento de su estancia intrahospitalaria. Y el tiempo promedio de estancia intrahospitalaria fue 12 días.

Conclusión: La coartectomía ampliada ha tenido resultados favorables, la técnica quirúrgica empleada ha mostrado baja mortalidad y complicaciones relacionadas con la técnica, y el seguimiento muestra bajo índice de recoartación.

© 2012 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Masson Doyma México S.A. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Coarctation;
Aortic;

Surgery repair of aortic coarctation in infancy

Abstract

Objective: The study's purpose is to present our experience with surgical correction of aortic coarctation in infants, at short and medium term, particularly morbidity and mortality.

* Autor para correspondencia: Blvd. Milenio 130, Col. San Carlos La Rocha, León, Guanajuato. México. CP 37670. Teléfono: (477) 267-2000. Celular: 3313200372.

Correo electrónico: iliani.med78@yahoo.com.mx (I. Acevedo-Bañuelos).

Infancy;
Mexico

Method: This is a retrospective observational and descriptive trial. We included all infant patients undergoing surgical correction of AC. All data were obtained from the clinical database of the hospital.

Results: We included 20 patients with AC. The surgical technique was extended coarctectomy in 19 patients and, in one patient, a subclavian artery flap was performed. In all patients, the average time of aortic clamping was 18 min. The residual gradient measured by echocardiography was in average of 12.2 mmHg. One patient died of sepsis secondary to pneumonia. The main cause of immediate postoperative morbidity was systemic hypertension in seven patients, nosocomial infection in four patients with development of sepsis, one patient had to be reoperated due to high gradient. One patient had cholestatic syndrome. Eighteen patients required a transfusion at some time during their hospital stay. Average in-hospital stay was of 12 days. **Conclusion:** The aortic coarctation surgery has had favorable results so far and we can conclude that the program has been successful. The surgical technique has shown low mortality and complications and midterm follow-up shows low rate of recoarctation.

© 2012 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Masson Doyma México S.A. All rights reserved.

Introducción

El término coartación aórtica (CoAo) indica una estrechez significativa en la luz de la aorta torácica, con relación al conducto arterioso, llevando a un gradiente de presión hemodinámicamente significativo. La coartación verdadera se debe a un repliegue engrosado de la media aórtica dentro de la luz de la aorta¹, creando un repliegue posterior, el cual, en algunos casos, se extiende en la totalidad de la circunferencia de la aorta². La corrección de la CoAo está descrita por el beneficio de la disminución de la presentación de las complicaciones inherentes a dicha cardiopatía como son el choque cardiógeno por insuficiencia cardíaca congestiva, endocarditis y endoarteritis a corto plazo, y a largo plazo disfunción valvular aórtica y mitral, hipertrofia ventricular y hemorragias intracraneales³; además de un riesgo incrementado de HAS en la etapa adulta en pacientes con reparación tardía⁴. En estudios aleatorizados se menciona que la reparación quirúrgica de la CoAo tiene ventajas en los resultados a corto y largo plazo⁵.

La reparación quirúrgica de la CoAo ha sido desarrollada en los últimos 60 años desde su primera descripción inicial en 1945. Inicialmente la reparación quirúrgica consistía en resear solo el sitio de la coartación, ahora la reparación quirúrgica incluye la resección de parte del arco aórtico hipoplásico y tejido de conducto arterioso con el fin de reducir la incidencia de recoartación. De todas las técnicas de corrección quirúrgica, la resección extendida con anastomosis término-terminal (REATT) ofrece el potencial más grande para corregir arco aórtico hipoplásico y tejido ductal extendido⁶.

En el servicio de cirugía cardiotórax se realiza la cirugía de la CoAo en recién nacidos y lactantes menores, referidos al hospital por presentar datos de bajo gasto cardíaco, desde que inició el programa de cirugía cardíaca en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, llevándolos a corrección quirúrgica como primera opción de tratamiento, e incluimos a 20 niños hasta el 2011. El propósito del presente estudio es dar a conocer nuestra experiencia con la corrección quirúrgica de la CoAo en pacientes menores de 6 meses en quienes la morbilidad según la literatura mundial se ve incrementada, así como el riesgo de reintervención

por recoartación, que es más alto que en otros grupo de edad. También, evaluar los factores de riesgo con los resultados a corto y mediano plazo de nuestra técnica quirúrgica, particularmente en la necesidad de reintervención, morbi-mortalidad y recoartación.

Métodos

El presente estudio es retrospectivo observacional y descriptivo. Se incluyeron todos los pacientes de entre los 0 a 6 meses de edad con diagnóstico de CoAo que recibieron corrección quirúrgica en el período de octubre del 2007 a julio del 2011. Se incluyeron 20 pacientes, a quienes se les realizó coartectomía como primera opción de tratamiento. Todos los pacientes con CoAo aislada o con coartación e hipoplásia del arco. Se excluyeron aquellos pacientes con otra cardiopatía congénita compleja asociada. El cuadro clínico en todos los pacientes fue de choque cardiógeno el cual se definió por disfunción ventricular izquierda, acidosis metabólica (pH < 7.3) y datos de bajo gasto cardíaco, llevándolos a disfunción respiratoria que requirió apoyo ventilatorio mecánico⁷. Todos los datos para determinar las características demográficas y detalles perioperatorios (tiempo de pinzamiento aórtico, técnica quirúrgica, tiempo de intubación posquirúrgica, tiempo de estancia en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP), tiempo de estancia intrahospitalaria, morbitmortalidad posquirúrgica, gradiente ecocardiográfico del sitio de la plastia) se obtuvieron de la revisión de expedientes electrónicos de la base de datos del hospital incluyendo notas médicas, laboratorio y gabinete, así como del ecocardiograma. Todos los parámetros hemodinámicos se obtuvieron por medio de ecocardiograma Doppler por un solo ecocardiografista pediatra. Se midió gradiente en el sitio de la plastia postoperatorio.

El análisis estadístico se realizó con programa minitab 15, utilizando estadística descriptiva. Las variables con distribución normal se reportaron con media y desviación estándar y las no paramétricas con mediana e intervalos de confianza.

El criterio anatómico para definir arco aórtico hipoplásico es: arco aórtico transverso proximal menor del 60% de la aorta ascendente, o arco aórtico transverso distal menor

Tabla 1 Características de los pacientes

Característica	Número (%) N=20
Edad (días)	
Media	85.5 ± 69.7; IC: 59.9-111.6
Mediana	60
Rango	1-180
Neonato	4 (20)
Sexo	
Hombre	13 (65)
Mujer	7 (35)
Peso	
Mediana	4.15 kg
Prostaglandinas	6 (30)

IC: intervalo de confianza.

del 50% de la aorta ascendente o un istmo menor del 40%. Como «regla general» en los neonatos se define como arco transverso con un diámetro en milímetros menor que el peso en kilogramos del niño^{8,9}.

El gradiente significativo se definió como gradiente ecoardiográfico transplastia en la presión arterial sistólica mayor de 20 mmHg⁶.

Resultados

Se incluyeron 20 pacientes con CoAo (tabla 1), la media de edad fue de 85.5 ± 69.7 días (IC 59.9-111.6, mediana de 60 y rango de 1-180), incluidos 4 neonatos (20%), de los cuales fueron del sexo masculino 13 (65%) y del sexo femenino 7 (35%) con un peso promedio de 4.15 kg. Seis pacientes (30%), incluidos los 4 neonatos, se manejaron con prostaglandinas preoperatorias (tabla 1).

En el 100% de los pacientes se llevó a cabo el diagnóstico por ecocardiografía, 4 pacientes se encontraron en el período neonatal y fueron llevados a corrección quirúrgica inmediatamente después del diagnóstico, ya que presentaron datos de choque cardiogénico.

En el transoperatorio (tabla 2), a los 20 pacientes (100%) se les realizó abordaje por toracotomía izquierda, la técnica quirúrgica empleada fue coartectomía ampliada en 19 pacientes (95%), y en un paciente (5%) se realizó colgajo de

Tabla 2 Factores intraoperatorios

Característica	Número (%) N = 20
Abordaje	
Toracotomía izquierda	20 (100)
Esternotomía	0
Técnica quirúrgica	
Coartectomía ampliada	19 (95)
Colgajo de subclavia	1 (5)
Tiempo de pinzamiento	Minutos
Media	18.6 ± 4.94; IC: 16.43-20.7
Mediana	18
Rango	12-29

IC: intervalo de confianza.

Tabla 3 Evolución postoperatoria

Intubación	Horas
Media	62 ± 91.1 (IC: 19.4-104.6)
Mediana	24
Rango	8-360
Gradiente mmHg	
Media	12.20 ± 8.11 (IC: 10.37-20.63)
Mediana	11
Rango	5-40
Días de estancia intrahospitalaria	
Media	12.35 ± 23.73
Mediana	8.5
Rango	4-90

IC: intervalo de confianza.

subclavia con técnica Waldhausen. El tiempo de pinzamiento aórtico fue en promedio 18.6 ± 4.94 min (IC: 16.43-20.7, mediana 18, rango de 12-29). En 5 pacientes (25%) se encontró hipoplasia de arco aórtico.

En el posquirúrgico inmediato (tabla 3) todos los pacientes fueron manejados en la UCIP. Todos los pacientes pasan a la UCIP con ventilación mecánica e intubación endotracheal, el tiempo promedio de intubación posquirúrgica fue de 62 ± 91.1 (IC: 19.4-104.6, rango de 8-360 h). El gradiente posquirúrgico fue de 12.20 ± 8.11 (IC: 10.37-20.63, mediana de 11 y rango 5-40). Y la estancia intrahospitalaria total fue de 12.35 ± 23.73 (mediana de 8.5 y rango de 4-90 días).

La morbilidad (tabla 4) en nuestros pacientes estuvo dada por un paciente (5%) que falleció por sepsis secundaria a foco neumónico, aislándose *Staphylococcus aureus*. Un paciente (5%) se reoperó por tener gradiente transplastia alto (50 mmhg), realizando técnica de REATT. La principal causa de morbilidad posquirúrgica inmediata fue la hipertensión arterial sistémica que se presentó en 7 pacientes (35%), sepsis identificada con germen aislado en 4 pacientes (20%) y un paciente (5%) presentó síndrome colestásico. La transfusión de hemoderivados fue requerida en 18 pacientes (90%).

Tabla 4 Morbilidad

Característica	Número (%) N=20
Mortalidad temprana	
Sí	1 (5)
No	19 (95)
Reoperación	
Sí	1 (5)
No	19 (95)
Complicación	
Transfusión de hemoderivados	18 (90)
HAS	7 (35)
Sepsis	4 (20)
Síndrome colestásico	1 (5)
Recoartación	1 (5)

El tiempo promedio de seguimiento es de 17.7 meses (mínimo de 2 meses y un máximo de 45 meses) con relación al tiempo desde que se llevó a cabo la cirugía de coartectomía.

Discusión

La prevalencia de CoAo sin otra cardiopatía asociada, exceptuando la persistencia de conducto arterioso o la hipoplasia tubular del arco aórtico que son morfológicamente consideradas como parte de la CoAo, es de 40/100.000 nacidos vivos, siendo el 6.5% del total de cardiopatías congénitas³. Otros autores reportan que las lesiones del arco aórtico o de la porción proximal de la aorta descendente son comunes y constituyen el 5-8% de la patología congénita de corazón y grandes vasos¹⁰. En nuestra institución hospitalaria, desde que inició el programa de cirugía cardíaca, la cirugía de CoAo es el 15.6% del total de los pacientes llevados a cirugía por cardiopatía congénita; el 50% de estos fueron menores de 6 meses. La CoAo sin otra cardiopatía asociada se presenta en el género masculino con mayor frecuencia que en el femenino en relación 2:1⁶; en nuestro grupo de estudio se observó una relación 1.8:1.

La CoAo no corregida está asociada a una reducción de la expectativa de vida; muchos pacientes mueren antes de los 40 años por falla cardíaca, rotura de los vasos cerebrales o por endocarditis infecciosa¹¹. La indicación quirúrgica en los pacientes con CoAo es para prevenir las complicaciones a corto, mediano y largo plazo, ya que la historia natural de la enfermedad en estos pacientes es hacia la disfunción ventricular izquierda, insuficiencia cardíaca secundaria a hipertrofia miocárdica, cambios ateroscleróticos en las arterias coronarias, formación de aneurismas intracraneales o aórticos (estos últimos se encuentran presentes en el 10% de los pacientes en la segunda década de la vida y hasta en el 20% al final de la tercera década) y cambios valvulares aórticos y mitrales. La mortalidad es del 10% en el primer mes de vida, del 20% al primer año y del 30% en los primeros 4 años, llegando hasta el 50% en los primeros 10 años secundario a falla cardíaca. El 25% de los pacientes con CoAo entre los 14-20 años mueren por endocarditis, rotura aórtica o hemorragia intracraneal; el 25% muere entre los 20-50 años por complicaciones de la hipertensión arterial sistémica, disfunción ventricular izquierda o por enfermedad valvular. La supervivencia a los 50 años es menor del 10%³.

La cirugía correctiva fue introducida en 1944 y los estudios subsecuentes mostraron un éxito temprano en términos de supervivencia, síntomas y reducción en la presión arterial. Sin embargo, varios estudios a largo plazo han sugerido que a pesar del resultado quirúrgico exitoso, la supervivencia es más corta y una gran proporción de pacientes tiene complicaciones cardiovasculares y de hipertensión en la edad adulta^{4,11}. Maron et al.¹² reportaron una serie de 248 pacientes que sobrevivieron de coartectomía, y encontraron hipertensión postoperatoria tardía en un tercio de los pacientes y una muerte prematura de origen cardiovascular en el 12% de los pacientes. Clarkson et al.¹³ reportaron 160 pacientes y encontraron que a 10-28 años de seguimiento el 69% estuvieron libres de complicaciones a los 10 años, pero a los 25 años solo el 20% permanecía libre de enfermedad¹¹. El programa de cirugía cardíaca en nuestro hospital lleva 4 años, y el promedio de seguimiento de nues-

tro grupo de pacientes es de 17.7 meses, por lo que no es posible aun analizar la supervivencia y la presencia de complicaciones tardías.

La mejor supervivencia se ha encontrado en los pacientes operados de 1 a 9 años de edad. Aun así, un análisis multivariable encontró la hipertensión posquirúrgica como un factor de riesgo independiente para muerte prematura. De hecho, el subgrupo con menor incidencia de hipertensión posquirúrgica es el de menores de 9 años de edad. Cohen et al.¹¹ sugieren que la edad de corrección debe ser antes de los 9 años. Dada la influencia de la edad, tanto en la supervivencia como en el desarrollo de hipertensión arterial tardía, uno puede argumentar que la corrección de la coartación debe realizarse tan pronto como se lleva a cabo el diagnóstico. El grupo de pacientes de Cohen operados antes del año de edad tuvieron excelente supervivencia (93%) y un bajo grado de hipertensión posquirúrgica tardía (7%). De hecho, en este grupo de pacientes la cirugía por recoartación no influyó negativamente en los resultados a largo plazo. Los avances recientes en la técnica quirúrgica de coartectomía en los infantes, como las descritas por Lansman y Youhe, han resultado en una baja incidencia de reoperaciones e hipertensión tardía. No obstante, ya que Cohen et al. encontraron un 26% de reoperaciones en menores de un año de edad, se valora caso a caso este grupo de edad, para determinar cuál es la mejor edad para la corrección. El rango incrementado de hipertensión arterial observado en el grupo de 1 a 4 años de edad no está asociado con una reducción en la supervivencia¹¹. La principal causa de morbilidad en nuestros pacientes fue la hipertensión arterial, que estuvo presente en el 35%.

Uno de los mecanismos responsables de la hipertensión persistente está asociado al tiempo en que se lleva a cabo la reparación de la coartación, con un riesgo incrementado de hipertensión a mayor edad. Debido a esto, la intervención temprana es preferida¹¹; y por eso la corrección de la CoAo se realiza en cuanto el paciente es diagnosticado y están incluidos los recién nacidos y los lactantes menores. Todos nuestros pacientes se presentaron con falla cardíaca manifestada por disnea, dependencia de apoyo ventilatorio o hipertensión arterial.

La CoAo es frecuentemente asociada a otras cardiopatías congénitas; el 11% se asocia a defectos en el tabique interventricular y el 7% a otra cardiopatía importante. La aorta bicúspide se encuentra presente según algunas series en el 27-46%, encontrándose estenosis aórtica en el 6-7% de los casos³. Las anomalías cardíacas asociadas resultan en un incremento significativo de la morbimortalidad en estos pacientes. La válvula aórtica bicúspide y la lesión valvular mitral requieren reemplazo valvular en casi el 10% de la población estudiada. En resumen, el 1% del total de las muertes fue directamente atribuible a las complicaciones perioperatorias tempranas durante la cirugía valvular o a la insuficiencia cardíaca en estadio final resultado de insuficiencia aórtica crónica no corregida¹¹. En nuestro estudio solo se incluyeron pacientes con CoAo aislada o con hipoplasia de arco aórtico.

Durante medio siglo se han descrito diferentes técnicas para corrección de CoAo, tanto endovasculares como quirúrgicas; estas incluyen angioplastia con balón, colocación de stents y, dentro de las técnicas quirúrgicas, la resección de la coartación con anastomosis término-terminal,

resección extendida con anastomosis: coartectomía ampliada, plastia aórtica con relación de colgajo de subclavia izquierda, angioplastia con colocación de parche sintético, interposición de injerto protésico sintético³. Sin embargo, la alta recurrencia anticipada de estas técnicas llevó a la realización de REATT en 1991¹⁴; ahora otros centros⁶ utilizan esta técnica no solo en neonatos, sino también en niños o en adolescentes con CoAo. Los avances de esta técnica incluyen una resección completa de la coartación y del tejido ductal, y una anastomosis amplia a través de arco aórtico transverso hipoplásico y crecimiento potencial de la reparación¹⁵. Muchos otros centros han reportado éxito con esta técnica. Sin embargo, algunos centros aun recomiendan el colgajo con subclavia, y otros con reparación de coartectomía por abordaje de esternotomía con colocación de bypass cardiopulmonar. Otros han recomendado el uso de anastomosis término-terminal.

En la actualidad el tratamiento quirúrgico es el indicado en este grupo de edad, por lo que la totalidad de los pacientes es manejado con cirugía; la técnica empleada fue la REATT en el 95% de los casos, ya que aunque en únicamente el 45% de los pacientes se documentó hipoplasia de arco o istmo aórtico, los resultados con esta técnica han sido satisfactorios, y solo en un paciente (5%) se realizó plastia aórtica con colgajo de arteria subclavia izquierda, dadas las características anatómicas del paciente en el que se encontró un istmo largo e hipoplásico y en quien se pensaba que la anastomosis término-terminal llegaría a tener gran tensión; el seguimiento de este paciente hasta este momento no ha mostrado complicaciones asociadas a la técnica como son el retardo en el crecimiento del brazo izquierdo o la poca tolerancia al ejercicio¹⁵. Ninguno de nuestros pacientes presentó síndrome poscoartectomía.

Los resultados obtenidos a corto y mediano plazo en nuestros pacientes sometidos a REATT muestran buenos resultados ya que tenemos una mortalidad temprana de 5% y un bajo índice de recoartación de 5%. Una colección de 5 series quirúrgicas llevó a un total de 535 pacientes con REATT para CoAo con una mortalidad del 2.3% y una recoartación de 3.4%⁶. En nuestro país, Cervantes et al. reportan una mortalidad temprana de 1.3% y un índice de recoartación de 7.5%¹⁶. Pearl reporta 0% de recoartación en pacientes operados después de los 6 meses de edad y 2.4% en aquellos operados antes de esa edad¹⁷. Nuestro único paciente que tuvo mortalidad presentó como comorbilidad médica la presencia de neumonía por *S. Aereus*. Y en el 95% de nuestros pacientes con un tiempo de seguimiento promedio de 17.7 meses el gradiente postquirúrgico medido por ecocardiografía fue en promedio fue de 14.7 mmHg (mínimo de 5 y máximo de 20 mmHg) por lo que se han mantenido libres de recoartación. En nuestro estudio encontramos una estancia intrahospitalaria mediana de 8.5 días, comparable con otros estudios, ya que según lo que reporta Kaushal et al. en su estudio de 201 pacientes sometidos a REATT la estancia intrahospitalaria promedio fue de 7 días.

La limitación de nuestro estudio es el seguimiento promedio corto de 17.7 meses, aunque la mayoría de las recoartaciones (75%) según lo reportado por Kaushal et al. ocurren después del primer año de la reparación inicial⁶. Algunas otras series reportan que la mayoría de las reestenosis después de la reparación inicial, independientemente de la técnica ocurren de manera temprana^{18,19}. Estos hallazgos

pueden reflejar el hecho de que el crecimiento es más alto en el primer año después de la reparación, especialmente en el período neonatal. Pero aún así, para tener un mejor entendimiento de los resultados postoperatorios a largo tiempo y las variables que afectan los resultados después de la corrección quirúrgica, el seguimiento a largo tiempo de un gran número de pacientes es esencial. En nuestro hospital el seguimiento de los pacientes se lleva a cabo por el cardiólogo pediatra y se realiza ecocardiograma para medición de gradientes transanastomosis en cada consulta.

Conclusiones

El programa de cirugía cardíaca en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío inició en mayo del 2007, desde entonces la cirugía de CoAo es una de las enfermedades que con frecuencia se realiza en nuestro servicio, incluyen el 15.7% del total de los pacientes operados por cardiopatías congénitas de los cuales el 50% (20 pacientes) fueron menores de 6 meses de edad. Como se informa en los resultados la mortalidad fue del 5% asociada a sepsis y la morbilidad estuvo asociada sobre todo a procesos de hipertensión arterial sistémica y a sepsis, como complicación quirúrgica soló un paciente fue reintervenido por presentar un gradiente alto. Los resultados han sido favorables hasta el momento ya que no se ha presentado ningún paciente con recoartación aunque el tiempo de seguimiento ha sido variable. Podemos concluir que el programa ha tenido éxito y los resultados son comparables con otros estudios. La técnica quirúrgica empleada en nuestra institución en la mayoría de los pacientes es la REATT que ha demostrado baja mortalidad y complicaciones y el seguimiento a mediano plazo muestra bajo índice de recoartación.

Financiación

No se recibió patrocinio de ningún tipo para llevar a cabo este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Sinha SN, Kardatzke ML, Cole RB, et al. Coarctation of the aorta in infancy. Circulation. 1969;40:385–98.
2. Beekman RH. Coarctation of the Aorta. MD Moss and Adams' heart disease in infants, children, and adolescents: including the fetus and young adults. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. p. 987–1005.
3. Kouchoukos NT, Karp RB, Blackstone EH, et al. Cardiac Surgery. 3 th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2003. p. 1316–68.
4. Tavli V, Saritas T, Guven B, et al. Myocardial performance after successful intervention for native aortic coarctation. Cardiol Young. 2010;20:33–8.
5. Hager A, Schreiber C, Nutzi S, et al. Mortality and restenosis rate of surgical coarctation repair in infancy: a study of 191 patients. Cardiology. 2009;112:36–41.
6. Kaushal S, Backer CL, Patel JN, et al. Coarctation of the aorta: midterm outcomes of resection with extended end-to-end anastomosis. Ann Thorac Surg. 2009;88:1932–8.

7. Fesseha AK, Eidem BE, Dibardino DJ, et al. Neonates with aortic coarctation and cardiogenic shock: presentation and outcomes. *Ann Thorac Surg.* 2005;79:1650–5.
8. Karl TR, Sano S, Brawn W, et al. Repair of hypoplastic or interrupted aortic arch via sternotomy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1992;104:688–95.
9. Brown JW, Rodefeld MD, Ruzmetov M. Transverse aortic arch obstruction: when to go from the front. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2009;12: 66–9.
10. Abraham M. Rudolph congenital diseases of the heart: clinical-physiological considerations. 3th ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2009. p. 289–319.
11. Cohen M, Fuster V, Steele PM, et al. Coarctation of the aorta: long term follow-up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation.* 1989;80:840–5.
12. Maron BJ, Humphries JO, Rowe RD, et al. Prognosis of surgically corrected coarctation of the aorta: A 20 year postoperative appraisal. *Circulation.* 1973;47:119–26.
13. Clarkson PM, Nicholson MR, Barratt-Boyes BG, et al. Results after repair of coarctation of the aorta beyond infancy: a 10–28 year follow-up with particular reference to late systemic hypertension. *Am J Cardiol.* 1983;51:1481–8.
14. Backer CL, Mavroudis C, Zias EA, et al. Repair of coarctation with resection and extended end-to-end anastomosis. *Ann Thorac Surg.* 1998;66:1365–71.
15. Wood A, Javadpour H, Duff D, et al. Is extended arch aortoplasty the operation of choice for infant aortic coarctation? Results of 15 years' experience in 181 patients. *Ann Thorac Surg.* 2004;77:1353–8.
16. Cervantes JL, Ramirez S, Benita A, et al. Tratamiento quirúrgico de la coartación aórtica. Resultados a largo plazo en el Instituto Nacional de Cardiología. *Arch Cardiol Mex.* 2006;76:63–8.
17. Pearl JM, Manning PB, Franklin C, et al. Risk of recoarctation should not be a deciding factor in the timing of coarctation repair. *Am J Cardiol.* 2004;93:803–5.
18. Sanchez GR, Balsara RK, Dunn JM, et al. Recurrent obstruction after subclavian flap repair of coarctation of the aorta in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1986;91:738–46.
19. Zehr KJ, Gillinov AM, Redmond JM, et al. Repair of coarctation of the aorta in neonates and infants: a thirty-year experience. *Ann Thorac Surg.* 1995;59:33–41.