



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

RESULTADOS QUIRÚRGICOS EN PACIENTES  
OPERADOS DE COARTACIÓN DE AORTA EN EL  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO ENTRE EL  
PERIODO DEL 2005 AL 2010.

T E S I S  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN:  
CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A  
Dr. Victor Manuel Valenzuela Baro

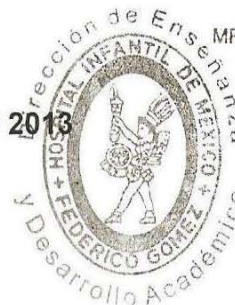
T U T O R D E T E S I S  
Dra. Maria del Rosario Becerra Becerra

A S E S O R E S D E T E S I S  
Dr. Alejandro Bolio Cerdán  
Dr. Julio R. Erdmenger Orellana



HOSPITAL INFANTIL de MÉXICO  
FEDERICO GÓMEZ  
Instituto Nacional de Salud  
MÉXICO, D. F.

FEBRERO 2013





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

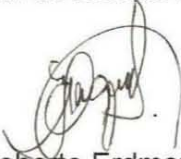
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.


Dra. Rebeca Gómez Chico Velasco  
Directora de Enseñanza y Desarrollo Académico  
Hospital Infantil de México Federico Gómez

Dr. Aarón Pacheco Ríos  
Subdirector de Enseñanza y Desarrollo Académico  
Hospital Infantil de México Federico Gómez

Dr. Salvador Villalpando Carrión  
Jefe de Departamento de Pre y Posgrado, Enseñanza y Desarrollo Académico  
Hospital Infantil de México Federico Gómez

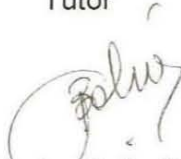


Dr. Julio Roberto Erdmenger Orellana  
Jefe de Departamento de Cardiología  
Hospital Infantil de México Federico Gómez



Dra. Maria del Rosario Becerra Becerra  
Médico Adscrito al servicio de Cardiología

Tutor



Dr. Alejandro Bolio Cerdán  
Asesor de Tesis

## INDICE

---

I.	INTRODUCCIÓN.....	4
II.	MARCO TEORICO.....	5
III.	DEFINICIÓN DE PROBLEMA.....	20
IV.	JUSTIFICACIÓN.....	21
V.	OBJETIVOS.....	22
VI.	METODOS.....	23
VII.	RESULTADOS.....	26
VIII.	DISCUSIÓN.....	29
IX.	CONCLUSIONES.....	30
X.	BIBLIOGRAFIA.....	31

# I. INTRODUCCION

---

Paradójicamente las afecciones cardiacas de tipo quirúrgico se observan con cierto respeto aún por los propios cirujanos, los cuales en sus protocolos reflejan un estilo lingüístico y gráfico pletórico de calor humano en los que los verdaderos acuciosos de la medicina experimentarán satisfacción con tonos de alegría del alma cuando se triunfa en la corrección de una anomalía cardiaca, anomalías que casi nunca se presentan solas.

La coartación de la aorta es un tipo de cardiopatía congénita que produce poca signo-sintomatología y su frecuencia es representada por el 5-15% del total de cardiopatías congénitas.

El diagnóstico precoz de la coartación podría obtenerse si el estudiante y los médicos hicieran tomas rutinarias de presión arterial de las cuatro extremidades y además pudiesen precisar soplos u otros problemas de la cardiohemodinamia.

El único estudio afín al realizado en esta ocasión fue llevado a cabo en el instituto nacional de cardiología con los siguientes resultados.

Se registraron 216 pacientes con edad promedio de 13 años. El género masculino fue el más frecuente (61%). Se presentó recoartación en 13 pacientes (6.02%), hipertensión persistente en 14.1%.

# V. MARCO TEORICO

---

## COARTACION DE LA AORTA RESEÑA HISTORICA.

La coartación parece haber sido descrita por primera vez por Morgagni en el siglo XVII. En 1903 Bonnet publicó el primer tratado sobre coartación y estableció la clasificación en tipo “adulto” (posductal) y el tipo infantil (preductal).

En 1928 fueron delineadas las características y situación anatómica de la coartación de la aorta por Abbott en su análisis clásico de 200 casos incluyendo exámenes post-mortem. De 1944 a 1945 Blalock y Park, Gross y Crafoord y Nylin, contribuyeron independientemente al primer tratamiento quirúrgico con éxito de la coartación mediante la extirpación y anastomosis directa. Posteriormente Gross dio gran impulso mediante el estudio de los injertos vasculares utilizando con éxito homoinjertos aórticos para los pacientes con coartación en los que no era posible practicar la anastomosis directa. 1,2.

## DEFINICION

Es una estrechez de la luz de la aorta que sucede generalmente por detrás del nacimiento de la arteria subclavia izquierda en el origen del conducto arterioso.<sup>3</sup>

## EMBRIOLOGIA

En la coartación aórtica, hay estrechamiento de la aorta por debajo del origen de la arteria subclavia izquierda. Dado que la constricción puede estar situada por arriba o por debajo de la desembocadura del conducto arterioso, la coartación aórtica puede adoptar dos formas; a saber: prearterioso, y post-arterioso. La causa del estrechamiento es, principalmente, anomalía en la túnica media de la aorta, seguida de proliferación de la túnica íntima. En la variante prearterioso persiste el conducto arterioso, y en la post-arteriosa este vaso suele estar obliterado. En este segundo caso, se establece circulación colateral entre las

porciones proximal y distal de la aorta por virtud de arterias intercostales y mamarias internas y de grueso calibre.<sup>4</sup>

#### INCIDENCIA

Ocurre entre 10-15% de todas las cardiopatías congénitas. Se presenta dos veces más frecuente en el hombre que en la mujer.

Generalmente la coartación se asocia con otro tipo de anomalía cardiaca congénita.<sup>4, 5.</sup>

#### ETIOLOGIA.

No se conoce la etiología, aunque la causa mencionada con más frecuencia se relaciona con el proceso obstructivo que produce desaparición de los arcos aórticos, y posiblemente por la proximidad de la coartación del ligamento arterioso que sugiere que la coartación es una extensión del mismo proceso fibrótico que convierte al conducto arterioso en ligamento arterioso.

Se mencionan algunas causas de anomalías cardiovasculares entre las que tenemos: Rubeola materna en las primeras 10 semanas de gestación, Factores Genéticos: por transmisión genética se establece con más frecuencia el síndrome de Turner (XO). Se presenta coartación en un 10-20% de los casos.

Malformaciones Cardiacas Experimentales: Carencia de vitamina "A", aplicación de rayos "x" carencia de oxígeno y deficiencia de ácido pteroilglutamínico o ácido fólico.<sup>3, 4,5.</sup>

#### ANATOMIA PATOLOGICA.

En la mayoría de los pacientes, la coartación consiste en una estenosis localizada en los primeros 2-4 cms de la aorta torácica debajo de la arteria subclavia izquierda. Casi siempre existe una luz de 1-3mm aunque puede haber una oclusión completa en el 20-25% de los pacientes. Además ocurre en la región del istmo aórtico, con menos frecuencia en el propio cayado o arco aórtico y en la aorta media torácica a nivel del diafragma, o por debajo de la región de las arterias renales. En casos raros puede ser múltiple. <sup>5,6,7.</sup>

La coartación de la aorta puede ocurrir en forma de hipoplasia tubular de un segmento preductal o como una obstrucción yuxtaductal más corta, aunque a menudo existen ambos componentes. Se presume que la coartación de debe a la existencia de una anomalía cardíaca que reduce el flujo sanguíneo anterogrado en la aorta (por ejemplo una válvula aórtica bicúspide), con el consiguiente aumento simultáneo de flujo a través de la arteria pulmonar y el ductus. La coartación en el cayado de la aorta puede clasificarse en forma útil como anterior o posterior al conducto. En el tipo anterior al conducto, llamado antes infantil (preductal) por su relación con la muerte temprana, la arteria pulmonar se comunica a través de un largo conducto con la aorta distal y hay además otros defectos intracardiacos mayores, más comúnmente defectos del tabique interventricular (comunicación interventricular), pero en un número significativo de casos se observa transposición de grandes vasos defecto del tabique interauricular (comunicación interauricular) y otras anomalías. En general, se descubre en la infancia por los trastornos notables de la circulación que produce la obstrucción aortica, junto con el defecto cardíaco. Suele ocurrir insuficiencia cardíaca intratable que da por resultado la muerte a menos que sea posible la corrección quirúrgica.

La aorta interrumpida, o atresia aórtica, es una forma grave de coartación de la aorta; a menudo, aunque no siempre, se acompaña de persistencia del conducto arterioso.

En el tipo post-ductal (adulto) característico no complicado hay constricción localizada justamente distal al conducto o ligamento arterioso. La válvula aórtica es bicúspide en 25-40% de los casos, pero son raros los otros defectos cardíacos. En los pacientes que sobreviven a la infancia, a menudo se observan otras características adicionales, la más notable de las cuales es desarrollo de circulación colateral, las arterias que conectan las partes superior e inferior del cuerpo, sobre todo mamarias internas, subescapulares y torácicas laterales, están dilatadas. Estas arterias se comunican con las arterias intercostales, que pueden estar muy dilatadas y tener paredes delgadas, friables y sujetas a formación peligrosa de aneurismas. 7.



Aunque la coartación puede existir como defecto único, en el 75% de los casos se acompaña de otras anomalías: Conducto arterioso permeable, válvula aórtica bicúspide, estenosis aórtica congénita, comunicación interauricular, comunicación interventricular, insuficiencia mitral y aneurismas saculares del polígono de Willis.

7.

## FISIOPATOLOGIA

Muchas de las alteraciones hemodinámicas en el feto están relacionadas con los defectos intracardíacos asociados a estrechez de la aorta. El resultado neto general es una reducción en el flujo de la sangre hacia la aorta ascendente, hiperflujo en el tronco de la arteria pulmonar y una mayor proporción del gasto biventricular que pasa por el conducto arterioso persistente hacia la aorta descendente, siempre que ésta permanezca abierta.

La mezcla de la sangre del ventrículo izquierdo con aquella del derecho produce una saturación de oxígeno mayor que la normal en la sangre que llega a los pulmones. Este factor puede contribuir al retardo en el desarrollo de hipertensión pulmonar a pesar del hiperflujo en este circuito.

Al nacimiento, el cambio del patrón circulatorio impone un aumento considerable en el volumen que debe manejar el ventrículo izquierdo. Tras un periodo de varias horas o días después del nacimiento, el decremento de resistencia vascular pulmonar y la constricción del conducto arterioso producen un rápido deterioro en el estado general del niño. La constricción del conducto impide el libre cortocircuito de arteria pulmonar a aorta descendente, por lo que se desarrolla un gradiente de presión entre ambas, al tiempo que hay una disminución en la presión de la aorta descendente debido al decremento del flujo por ello. Debido al descenso progresivo de la resistencia pulmonar, la circulación se dirige preferentemente hacia este territorio y no hacia el conducto. En presencia de defecto septal ventricular, aumenta el cortocircuito de izquierda a derecha y esto a su vez redundará en un aumento del retorno venopulmonar; por ello, aumenta la presión telediastólica del atrio y ventrículo izquierdo. Al progresar esta situación

sobreviene insuficiencia cardiaca izquierda y más tarde derecha, con disnea y hepatomegalia.

Debido a la hipovolemia en el segmento inferior del cuerpo, se desarrolla hipoxia, acidosis y hiper lactatemia. Sin embargo, en estos casos no se debe administrar oxígeno, ya que este aumenta la constricción del conducto arterioso, la cual haría disminuir aún más el aporte sanguíneo de la aorta descendente. Si la coartación es yuxtaductal, no se desarrollan colaterales en la vida fetal, ya que no ha habido obstrucción al flujo por lo que, al cerrarse el conducto arterioso, la postcarga del ventrículo izquierdo es cuantioso y repentina. Ello es debido a que el miocardio del neonato generalmente no puede responder a esa postcarga y sobreviene un descenso en el volumen de eyección, ascenso en las presiones telediastólicas de ambas cavidades izquierdas y edema pulmonar. El crecimiento del atrio izquierdo puede producir la apertura del foramen oval con el consecuente cortocircuito de izquierda a derecha, con aumento del flujo en cavidades derechas, el que más tarde produce insuficiencia cardiaca derecha.

Inicialmente, el ventrículo izquierdo responde al exceso de postcarga con hipertrofia. El establecimiento de una circulación colateral adecuada puede aligerar el trabajo al ventrículo, de tal manera que el niño puede sobrevivir a esta etapa de insuficiencia cardiaca con o sin medicación. Sin embargo, en el periodo postnatal inmediato, cuando las resistencias pulmonares son aún relativamente altas, el corto circuito puede ser bidireccional a través del defecto septal interventricular y del conducto arterioso permeable. Con el descenso de las resistencias en el territorio pulmonar, poco después del nacimiento se registra un aumento del cortocircuito de izquierda a derecha a nivel ventricular y, de permanecer permeable el conducto, también a través de él. Por lo tanto, los cuadros clínicos y hemodinámicas se deben también a los defectos asociados; las manifestaciones principales son las de insuficiencia cardiaca.

La circulación colateral se desarrolla de tres canales anastomóticos. El primero es alrededor del ápice de la caja torácica; el segundo es a nivel de la cintura escapular; y el tercero es a través de las arterias mamarias internas. Los tres

reciben el aporte sanguíneo parcial o totalmente de ramas de la subclavias, las cuales tienen tres vasos de gran importancia en la circulación colateral: el tronco tiro cervical, las arterias mamarias internas, y las arterias costo cervicales. Como los dos primeros espacios intercostales posteriores reciben el aporte sanguíneo tanto de la subclavía como de la mamaria interna, las arterias intercostales nunca se dilatan. En contraste, las intercostales anteriores de la cuarta, quinta y sexta costillas se anastomosan con sus respectivas posteriores, que reciben el aporte únicamente de la aorta descendente, por lo que solo son estas intercostales anteriores las que se dilatan.

Asimismo, como la vía principal de la circulación colateral es a través de las arterias intercostales posteriores, éstas se dilatan enormemente y se desarrollan tortuosidades que hacen presión contra los márgenes inferiores de las costillas. Con el paso del tiempo, las pulsaciones de las asas tortuosas erosionan las costillas y dejan huella en forma de indentaciones que se pueden visualizar en las placas de rayos x.

Cuando la coartación es severa, el flujo hacia la aorta descendente se efectúa a través del conducto arterioso y de la circulación colateral. Si el conducto permanece permeable, la provisión de sangre se puede hacer desde la arteria pulmonar. Si, en cambio, el conducto arterioso es estrecho, la resistencia vascular en la parte superior del cuerpo se eleva y el descenso de las resistencias vasculares pulmonares hace posible que haya cortocircuito de izquierda a derecha a través del defecto septal ventricular. En general la presión arterial en la parte superior del cuerpo es un 55 % mayor que la presión de la parte inferior. Ello se debe a la gran resistencia al flujo de sangre en la zona inferior del cuerpo.<sup>1,7.</sup>

#### MANIFESTACIONES CLINICAS.

El cuadro clínico variara según la edad de los pacientes. La coartación de la aorta diagnosticada después de la lactancia rara vez se asocia con la sintomatología significativa. A veces, un niño puede quejarse de debilidad, dolor o ambas cosas en las piernas después de hacer ejercicio pero, en la gran mayoría de los casos, incluso los pacientes con coartaciones intensas son asintomáticos.<sup>2.</sup>

## SINTOMAS

La mayoría de los niños con coartación están asintomáticos, los síntomas son mucho más comunes en el adulto. Cefalea, disnea, mareos, epistaxis, palpitaciones, pulsaciones cefálicas, trastornos visuales, suelen impulsar al paciente a buscar ayuda médica. 1,2.

En algunos pacientes el problema se detecta por datos de insuficiencia cardiaca izquierda (relacionados con hipertensión de la parte superior del cuerpo), debilidad y fatiga de las piernas e incluso claudicación intermitente. 1,2,5.

## SIGNOS

El signo clásico de la coartación de la aórtica consiste en la disparidad de las pulsaciones y la presión arterial de los brazos y de las piernas.7.

La combinación de hipertensión en las extremidades superiores y ausencia o disminución del pulso en las extremidades inferiores en un niño inmediatamente sugiere el diagnóstico de coartación. En las formas menos graves puede necesitarse efectuar mediciones de la presión sanguínea en las extremidades superiores e inferiores para confirmar el diagnóstico. 7.

Los pulsos femorales, poplíteos, tibiales posteriores y pedios son débiles y retrasados o no se palpan, lo contrario de lo que ocurre con los pulsos saltones de las arterias carótidas y de los brazos.7.

En las personas normales, la presión arterial sistólica de las piernas medidas con manguito es de unos 10 a 20 mmhg mayor que la de los brazos, mientras que en la coartación, la presión arterial de las piernas es inferior a la de los brazos y, a menudo ni siquiera es posible medirla.

Dos variedades de soplo se pueden escuchar habitualmente en la coartación de la aorta. Uno surge de la obstrucción aórtica y es telesistólico y del tipo de expulsión. (24-28). El otro soplo es sistólico y se percibe a nivel de tórax izquierdo anterior, espacios intercostales: segundo, tercero, y cuarto y la parte posterior del tórax a nivel similar.1,2,7.

En las personas adultas, hay vasos colaterales crecidos y pulsátiles que se pueden palpar en los espacios intercostales en la parte anterior del tórax, las axilas, o la zona interescapular.1,2

## COMPLICACIONES

Ocurren en dos fases de la vida. Durante la primera infancia: Insuficiencia cardíaca, generalmente acompañado a anomalías cardíacas adicionales. Comienzos a mediados de la vida: Enfermedad cardiovascular hipertensiva con insuficiencia cardíaca, Coronariopatías, Hemorragia intracraneal, Endocarditis infecciosa, Endarteritis, Aneurismas de la aorta descendente o de los grandes vasos colaterales. 1,2,5,8

## DIAGNOSTICO

El diagnóstico de coartación de la aorta puede hacerse con facilidad mediante un buen examen físico. (28). Sin embargo existen otras ayudas diagnósticas para el afinamiento y corroboración de éste problema, entre estos tenemos: Estudios radiográficos, Electrocardiogramas, Ecocardiogramas, Cateterismo cardíaco, Aortografía, Resonancia magnética.1,2,9.

## ESTUDIOS RADIOGRAFICOS

Los rayos "x" brindan información considerable, tanto diagnóstica como de las variaciones anatómicas de la coartación de la aorta, nos mostrará los siguientes signos: Cardiomegalia si existe insuficiencia cardíaca congestiva, Hipertrofia del ventrículo y aurícula izquierda, Las muescas de las costillas. Son causadas por las grandes arterias intercostales colaterales que erosionan los bordes inferiores de las costillas. (Signo de Roesler), Signo de "3" en la región del botón aórtico.

La mitad superior del 3 esta formada por la arteria subclavia izquierda y la mitad inferior por la dilatación pos-estenótica de la aorta por debajo de la coartación. En niños mayores o adultos la radiografía lateral puede mostrar muescas retro esternales causadas por las arterias mamarias internas tortuosas y dilatadas.9.10

## ELECTROCARDIOGRAFIA

Suele ser normal en los niños pequeños, pero en la mayoría de los pacientes de mayor edad revela signos de hipertrofia ventricular izquierda. Por lo tanto, cuando hay hipertrofia ventricular las derivaciones torácicas mostrarán ondas "R" anormalmente altas en las derivaciones torácicas izquierdas, y ondas "S" anormalmente profundas en las derivaciones torácicas derechas.11,12

## ECOCARDIOGRAFIA.

La evaluación con la ecocardiografía en niños con coartación de aorta puede revelar: válvula aórtica bicúspide y además permite visualizar el segmento y sitio de la coartación. La ecocardiografía con pulso Doppler no es útil para enseñar o detectar la coartación pero más ampliamente detecta otras lesiones asociadas. El registrador con Doppler de turbulencia sistólica a través de la válvula bicúspide asociada. 11,12.

## CATETERISMO CARDIACO.

Las indicaciones para realizarlo son: Un soplo que no es típico. Un soplo que no tiene la localización habitual, Cuando el soplo ha dejado de ser continuo, Existe duda en el diagnóstico, Malformaciones cardiacas asociadas.

El cateterismo cardiaco con ventriculografía selectiva izquierda y aortografía es especialmente importante en determinados casos en que existen anomalías asociadas y permite, la visualización de la circulación colateral. Además identifica anomalías adicionales, usualmente estenosis valvular aórtica a causa de una válvula aórtica bicúspide y defecto del tabique ventricular.

Por lo regular este método invasivo no es necesario para comprobar el diagnóstico clínico que permita una decisión terapéutica.15,16.

## AORTOGRAFIA.

Por medio de la aortografía permite visualizar la localización y extensión de la coartación, además malformaciones asociadas. La aortografía no es necesaria para el diagnóstico pero debe emplearse cuando los signos son atípicos.16.

## RESONANCIA MAGNETICA.

La imagen de resonancia magnética (MRI) es una técnica no invasiva y no tiene límites acústicos para la penetración de encuentro en comparación con examen de ultrasonido. La ecocardiografía cardiaca con (MRI) proporciona excelente visualización de las estructuras y detalla la variedad de lesiones cardiacas congénitas incluyendo la coartación 5,10.

## DIAGNOSTICO DIFERENCIAL.

Deben tomarse en cuenta los siguientes: Hipertensión arterial, Obstrucción aórtica por arteritis, Insuficiencia del ventrículo izquierdo, Estenosis del orificio aórtico, Seudocoartación de la aorta.1,2,5.

## TRATAMIENTO

El manejo depende considerablemente de la presentación. En infantes son presentación florida de fallo cardiaco congestivo la mayoría frecuentemente responde con digitalización y/o manejo anticongestivo.

Si la lesión es hemodinámicamente significativa, la resección quirúrgica de la zona de coartación debe ser recomendada siempre.17.

## INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO QUIRURGICO

Probablemente la edad más satisfactoria para operar sea entre los 4 y 12 años. Aunque técnicamente fácil los niños pequeños, la operación tiende a ser más benéfica de manera permanente si se deja que la aorta se aproxime al tamaño del adulto. Con el aumento de la edad más allá de la óptima, la operación adquiere mayor magnitud. La aorta es más esclerótica y menos elástica, es más difícil de aproximar y suturar, y se encuentra más a menudo aneurismas de las arterias intercostales.18.

## TECNICA OPERATORIA

La operación se ejecuta con el paciente en posición lateral, se emplea una incisión de toracotomía postero lateral izquierda en el cuarto espacio intercostal. La coartación es fácil observarla ya que se presenta una identificación típica hacia el

interior del vaso en el sitio de la inserción de ligamento arterioso con arterias intercostales tortuosas y dilatadas que se unen a la aorta distal.

La coartación y distribución de aorta y sus vasos deben inspeccionarse antes de abrir pleura; se procede a abrir la pleura mediastínica y luego retraer el nervio vago hacia la parte medial, observando el trayecto del nervio recurrente que envuelve el ligamento arterioso. La aorta proximal a la arteria subclavia izquierda, la subclavia izquierda y el ligamento arterioso, así como la aorta distal se movilizan en serie y se refieren con cintas umbilicales. La disección debe conservarse en el plano de la adventicia cerca de la aorta. De esta manera se reduce al mínimo el sangrado y también se evita la ocasional complicación de una lesión inadvertida del conducto torácico. La separación y ligadura del ligamento arterioso facilita la disección ya que la aorta es más móvil una vez que se elimina la tracción del ligamento arterioso. Si hay grandes arterias intercostales adyacente a la coartación será útil movilizar la aorta a corta distancia por debajo para evitar la lesión de estos vasos colaterales de paredes delgadas y que dan problemas. Debe tenerse mucha precaución en la disección alrededor de las arterias intercostales, puesto que son friables y se desgarran con facilidad desde la pared aórtica. Una vez que se ha movilizado la aorta se aplican pinzas vasculares oclusivas en la arteria subclavia izquierda, la aorta proximal, y la aorta distal, tras de lo cual se extirpa la coartación.

La anastomosis termino-terminal casi siempre se hace con puntos de sutura continuas de propilpropileno (prolene) en la parte superior de la anastomosis. El material sintético que habitualmente se utiliza es número 4 ceros en el adulto (5-0 ó 6-0 en los niños pequeños) a través de todas las capas dejando la última en eversión con una sutura de colchonero.

Se empieza en la parte medial una doble serie de puntos de dacrón o de polietileno, pero no se ligan. La hilera posterior se coloca primero utilizando la técnica continua, la sutura prosigue en el borde lateral de la aorta y lateralmente siguiendo los bordes anteriores del vaso en forma de sutura continua. Después de terminar la anastomosis apretada. Deberá liberarse lentamente la pinza proximal y administrarse sangre vía intravenosa durante este momento. En



algunos pacientes, la liberación muy rápida de la pinza puede producir hipotensión profunda. Por último se aproxima la pleura mediastinal sobre la aorta y se cierra la incisión de la toracotomía en forma rutinaria. En el curso post-operatorio se administran antibióticos durante la cirugía y en los tres días siguientes.<sup>19,20,21</sup>

#### OTROS PROCESOS QUIRURGICOS EMPLEADOS:

-Anastomosis de la arteria subclavia con la aorta descendente, Injertos homólogos, Prótesis de teflón; indicados en las siguientes eventualidades: Segmento coartado muy extenso, Presencia de aneurisma, Presencia de alteraciones degenerativas en la pared de la aorta, Complicaciones técnicas.

Coartación de la aorta (aortoplastía con un injerto de material de plástico), se emplea la incisión en el cuarto espacio intercostal posterolateral, movilizándolo el cayado a arco aórtico izquierdo, el ligamento arterioso y la porción distal de la aorta, la pinza proximal debe aplicarse en la parte más alta de la arteria subclavia y la pinza distal bastante debajo de la zona coartada. Deben researse todas las arterias intercostales. Se esta manera se tiene una incisión longitudinal que se extiende a lo largo de la arteria subclavia por arriba y por cierta distancia abajo. A menudo existe un velo de tejido en el sitio de la coartación, el cual debe researse, usualmente se usa un parche precuádrulo de doble fieltro de teflón, pero en niños pequeños (en los que puede haber trastornos de la coagulación o en pacientes bajo tratamiento de heparina a causa de una cirugía intracardiaca, es preferible usar un parche de teflón más grueso.

Anastomosis después de extirpar una coartación. Se aplica una sutura de colchonero en eversión sobre aproximadamente un tercio de la fila posterior antes de que se aproximen los vasos y se apriete la sutura. La anastomosis se termina con sutura continua de punto sobre punto.

Coartación de la aorta bastante extensa. Coartación del istmo de la aorta.

A) Restauración de la aorta después de la resección de la zona coartada con prótesis de teflón.

B) Técnica quirúrgica de la Coartación de la Aorta anastomosis de la arteria subclavia con la aorta descendente. (Wald-housen y Nahrwold's).

Técnica quirúrgica de la Coartación de la Aorta con plastía de la arteria subclavia.  
Técnica la Coartación de la Aorta: la cual consiste en Aortoplastía con segmento de la arteria subclavia izquierda, abriendo longitudinalmente y suturando el segmento coartado (Teles de Mendonca).

#### TRATAMIENTO CURATIVO-PALIATIVO.

En los últimos años la terapia intraluminal está adquiriendo importancia relevante en el tratamiento definitivo de las cardiopatías congénitas y adquiridas.

La angioplastia transluminal percutánea ha sido recomendada en pacientes seleccionados con estenosis recurrente. La técnica se realiza bajo sedación y anestesia regional, se canulan ambas arterias femorales, previa heparinización y toma de presiones simultaneas en aorta ascendente y descendente, así, como angiografía en el arco aórtico en posición oblicua izquierda anterior a 45 grados y lateral. Bajo esta técnica habitual se efectúa la dilatación con balones con diámetros menores al sitio de la coartación.

El diámetro del globo seleccionado es importante para prevenir complicaciones, así como para obtener buenos resultados. Los candidatos ideales para este procedimiento son aquellos con coartación de la aorta del tipo diafragma o localizada, sin hipoplasia del arco aórtico y pacientes con re-estenosis post-operatoria.

La angioplastia percutánea transluminal también reviste una serie de complicaciones, dentro de los cuales tenemos: Formación de aneurismas en el sitio dilatado, Embolia cerebral, Hemorragia cerebral por crisis hipertensiva, Trombosis en el sitio de la punción.

En conclusión la angioplastia con balones es considerada como tratamiento de elección para la ayuda de recurrencias post-quirúrgicas de la coartación de la aorta y además en una buena alternativa para la cirugía cardiaca convencional, con una baja morbimortalidad con resultados satisfactorios a mediano plazo. 23,24,25.

## COMPLICACIONES OPERATORIAS

Cualquier acto quirúrgico conlleva complicaciones ya directas, ya indirectas y fortuitas.

Las complicaciones directas son aquellas cuyo apareamiento es originado por los médicos responsables del acto quirúrgico y aún por el personal paramédico que coadyuva a la intervención; entre ambas podemos citar:

1.- Complicaciones producidas por la aplicación de anestesia:

Sobre dosis que llegaría a producir complicaciones relacionadas con la hemodinámica pasando por: Depresión miocárdica, Edema agudo del pulmón, hasta llegar al shock ya sea por mal uso de las soluciones polarizantes o del tipo anafiláctico.

2.- Con respecto a la cirugía en sí:

- Mala técnica quirúrgica que llegue a producir lesión en los tejidos y vasos subyacentes para llegar a ocasionar hemorragias considerables.

3.- Y con respecto al personal para-operatorio:

- Mala técnica de asepsia y antisepsia.

- Desconocimiento de las técnicas de asepsia y otros. Con respecto a las complicaciones indirectas diremos que son de tipo post-operatorio y que según su grado de importancia se constituye en factores de los cuales ha de depender la recuperación de un paciente, entonces entre estos tenemos: Edad del paciente, Estado físico y mental del paciente.

- Cualificación de los cuidados post-operatorios tanto del personal médico (cuidar ante todo la insuficiencia respiratoria y cualquier cambio de ritmo que experimentare el corazón así como de los trastornos del funcionamiento hidroelectrolítico).

Entre otras complicaciones tenemos:

- Acentuación de la hipertensión arterial sistólica en las primeras 24 hrs. Y acentuación de la hipertensión diastólica en los dos o tres días subsiguientes. La respuesta de la presión diastólica es transitoria, en tanto la presión sistólica puede permanecer por niveles elevados por mucho tiempo o retornar a lo normal a corto plazo.

Los mecanismos envueltos en la hipertensión serían: aumento de la secreción de catecolaminas, estimulación de los baroreceptores carotídeos y un aumento en la producción de renina. Está indicada la terapéutica medicamentosa con beta-bloqueadores.<sup>25</sup>

## PRONOSTICO

Es común la insuficiencia cardiaca en la infancia y en pacientes mayores no tratados; es rara en la niñez tardía y en adultos jóvenes. La mayoría de los pacientes no tratados con la forma adulta de coartación mueren entre los 20 y 40 años por las complicaciones de: hipertensión, rotura de la aorta, endarteritis infecciosa, hemorragia cerebral (aneurisma congénito). Casi una cuarta parte (25-40%) de los enfermos continuarán siendo hipertensos años después de la cirugía y presentan todas las complicaciones relacionadas con la hipertensión. El tratamiento quirúrgico es buena en la coartación de la aorta cuando se ejecuta la niñez. El desarrollo de estenosis aórtica (que ocurre cuando la válvula aórtica bicúspide tan comúnmente relacionada con la coartación se calcifica en la vida media) tiende a empeorar el pronóstico. <sup>24,25</sup>.

### III. DEFINICION DEL PROBLEMA

---

La coartación de la aorta es una afección caracterizada por obstrucción parcial de la misma, observándose hipertensión prevalente en la mitad superior del cuerpo y encontrándose disminuida en los miembros superiores. Su diagnóstico generalmente se hace en la niñez temprana.

La anomalía invariablemente se encuentra en el istmo aórtico, inmediatamente después del origen de la arteria subclavia izquierda y cercana al conducto arterioso en la unión de la aorta descendente. Aunque la clínica es suficiente para el diagnóstico es necesario efectuar estudios pertinentes para afinamiento y corroboración del diagnóstico.

Esta afección la padece más los varones, es una proporción 2:1 con relación al sexo femenino. La corrección quirúrgica es necesaria para todos los enfermos que padecen este problema, salvo aquellos con coartación muy leve.

Las historias clínicas sometidas a estudios revelan distintas edades y diversas manifestaciones clínicas halladas en el examen físico, así como las técnicas quirúrgicas empleadas y complicaciones-morbi-mortalidad.

## IV. JUSTIFICACION

---

Debido a que la coartación de la aorta es una cardiopatía congénita que se relaciona con muchas lesiones congénitas de las cavidades izquierdas del corazón, se justifica el hecho de enfatizar la signo-sintomatología en forma de importancia mayor a menor o sea signo-sintomatología frecuente a poco frecuente.

También se justifica el presente estudio porque es necesario que conozcamos el avance o progreso que en nuestro hospital-escuela, se ha tenido hasta el momento y además para hacer notar las complicaciones y enfatizar el tratamiento que ha de instaurarse en los que sufren de coartación de la aorta; y los deseos por que el departamento se supere día a día y así poder beneficiar a los que sufren anomalías cardiacas.

# V. OBJETIVOS

---

## A. GENERALES:

- Analizar el resultado quirúrgico ante los casos operados de coartación de la aorta en la unidad de Cirugía Cardiovascular del Hospital Infantil de México Federico Gómez del año 2005 al 2010.
- Cuantificar la frecuencia con que se presenta la coartación de la aorta frente a las otras afecciones congénitas cardíacas asociadas.

## B. ESPECIFICOS:

- Identificar que sexo sufre más esta patología a estudiar.
- Determinar el grupo de edad más frecuente que está afecto de ésta patología.
- Determinar el manejo médico-quirúrgico aplicado a los pacientes del presente estudio.
- Determinar las malformaciones cardíacas mas frecuentes asociadas a coartación de aorta en el presente estudio.
- Determinar la incidencia de la coartacion de aorta en nuestra población.

# VI. METODOS

---

## TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo, Observacional, retrospectivo.

## POBLACION

Se incluyeron únicamente los pacientes con diagnóstico de Coartación de la Aorta y que fueron sometidos a corrección quirúrgica en la Unidad de Cirugía Cardiovascular del Hospital Infantil de México Federico Gómez en el periodo comprendido del 2005 al 2010.

## MUESTRA

Se revisó el libro bitacora de la sala de operaciones y el historial clínico de los 118 pacientes sometidos a corrección quirúrgica de Coartación de la Aorta durante el periodo del 2005 al 2010.

## INSTRUMENTOS

Boleta para recolectar información que incluyó: Sexo, edad, peso, técnica quirúrgica empleada, malformaciones cardiacas asociadas y estado clínico actual.

### A. RECURSOS

#### 1. Materiales físicos.

- Libro de registros de los casos diagnosticados y tratados por el departamento.
- Historias clínicas de los pacientes.
- Tabla de recolección de datos.
- Utilería de escritorio.



## 2.- Humanos:

En la presente investigación tuvimos la ayuda de:

-Médicos de la U.C.C.V. y de otros departamentos.

-Pacientes con diagnóstico y tratamiento de coartación de la aorta en la U.C.C.V. del Hospital Infantil de México Federico Gómez, durante los años de 2005 al 2010.

-Personal de la biblioteca del Hospital Hospital Infantil de México Federico Gómez.

-Personal de archivos del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

## 3. Económicos

- A costo del investigador.

## VARIABLES A ESTUDIAR

<b>VARIABLE</b>	<b>CONCEPTUAL</b>	<b>MEDICION</b>	<b>OPERACIONAL</b>
Sexo	Condición orgánica que distingue entre un hombre y una mujer	-Masculino. -Femenino.	Tomados del expediente clínico
Edad	Tiempo que ha vivido una persona desde el nacimiento hasta el día del estudio	-Años	3 grupos: 1) menores de 2 meses, 2) de 2 meses a 5 años, 3) mayores de 5 años
Peso	Medida en kilos del peso específico de una persona al momento del estudio	-Kilogramos	Tomados de la tarjeta bitácora del servicio de CCCV.
Tratamiento quirúrgico	Conjunto de técnicas que se emplean para obtener la reparación de un problema cardiovascular	-A evaluar	Tomados del expediente clínico y de la bitácora record del servicio de cirugía cardiovascular
Malformaciones asociadas	Enfermedad cardiovascular agregada, características de la persona que hacen que este propenso a mal pronóstico	-Características específicas.	Tomados del expediente clínico y de la bitácora record del servicio de cirugía cardiovascular
Mortalidad quirúrgica	Numero de fallecimientos asociados a la reparación quirúrgica de coartación de aorta en el total de la población en periodo estudiado.	-Números específicos en porcentaje	Tomados de la bitácora record del servicio de cirugía cardiovascular

## VII. RESULTADOS

TABLA 1: Características de los grupos que forman la población de estudio.

<b>N:118 PACIENTES</b>	<b>EDAD</b>	<b>PESO</b>	<b>SEXO</b>
<b>Grupo I</b> (N:54)(45.7%)	2-59 días M:37 días	1.8-5kg M:(3.4kg)	Fem:17(31.4%) Masc:37(68.5%)
<b>Grupo II</b> (N:44)(37.2%)	2m-60meses M:14 meses	3-18kg M:(7.5kg)	Fem:19(43.1%) Masc:25(56.8%)
<b>Grupo III</b> (N:20)(16.9%)	61m-18 años M:10 años	17.5-65kg M:(38.4kg)	Fem:8(40%) Masc:12(60%)

TABLA 2: Anomalías cardiacas más frecuentemente asociadas a coartación de aorta

	N:	%
COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR	20	16.9%
PCA	15	12.7%
TGA	2	1.6%
DVSVD	7	5.9%
SX TURNER	1	0.84%

TABLA 3: Morbilidad, Mortalidad, incidencia y tipo de cirugía más empleada

	N:	%
MORTALIDAD	1(Hemorragia cerebral)	0.84%
INCIDENCIA	118 (985)	12%
TIPO DE CIRUGIA	118	Anastomosis termino-terminal 100 (84.7%)

## **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.**

En la tabla 1 se muestra que la edad mas frecuente al diagnostico e intervención quirúrgica de la coartación de aorta en el Hospital infantil de México Federico Gómez en el periodo comprendido entre los años 2005 al 2010 es en la etapa neonatal hasta los 60 días de vida representando el 45.7%(54) del total de los pacientes estudiados con rangos de edad entre 2 y 60 días con una media de 37 días, datos similares a los reportados en la diversa literatura ya que los cambios hemodinámicos inmediatos después del nacimiento tales como el cierre del conducto arterioso perpetúan manifestaciones desde muy sutiles hasta insuficiencia cardíaca lo que facilita al diagnostico temprano.

La población que menos se diagnostico y opero de coartación de aorta fue la de mayores de 5 años hasta los 18 años con un total de 20 pacientes (16.9%) dejando claro que cada vez mas el clínico detecta problemas cardiovasculares a edades mas tempranas de la vida disminuyendo así las complicaciones de la misma.

En cuanto a la distribución por sexo la misma tabla 1 muestra que el porcentaje de pacientes del sexo masculino en comparación con el sexo femenino con diagnostico de coartación de aorta intervenido quirúrgicamente en el periodo antes mencionado fue el siguiente, para el sexo masculino un total de 74 pacientes para un 62.7% y para el sexo femenino 44 pacientes para un 37.2%, formando una relación de entre 1.8-2 a 1 con predominio del sexo masculino, dichos hallazgos concuerdan con lo reportado en la literatura medica mundial.

En la tabla numero 2 se muestra las malformaciones cardiacas o síndromes mas frecuentemente asociados a coartacion de aorta en nuestra población de estudio revelando los siguientes resultados de los 118 pacientes que forman la muestra, la comunicación interventricular fue reportada en 20 pacientes formando el 16.9% del

total de los pacientes siendo esta en nuestro estudio la asociación mas frecuente lo que contrasta con lo reportado en la literatura mundial donde la asociación mas frecuente es la persistencia del conducto arterioso seguida de la comunicación interventricular, la aorta bivalva y los aneurismas en el polígono de Willis.

Solo un paciente de los 118 que formo nuestra muestra era portadora de algún síndrome genético, en este caso síndrome de Turner quien presenta un porcentaje de 10 al 20% de asociación de coartacion de aorta.

La tabla 3 muestra entre otras cosas la mortalidad quirúrgica en nuestra poblacion estudiada demostrando una mortalidad del 0.84% (1 sola muerte) esta asociada a crisis hipertensiva y hemorragia cerebral masiva en el postoperatorio inmediato, similar mortalidad es la que esta reportada en la literatura mundial donde reportan de hasta una mortalidad del 1% en diferentes series.

Así mismo en la misma tabla número 3, reportamos la incidencia de esta cardiopatía congénita la cual nos arroja una incidencia del 12% de un total de 985 pacientes nuevos admitidos en el hospital infantil de México Federico Gómez en el periodo del 2005 al 2010.

En cuanto al tipo de cirugía empleada para reparar la coartacion de aorta tenemos que en el 84.7%(100) de los pacientes intervenidos quirúrgicamente se les realizo resección del segmento estenótico y anastomosis termino terminal.

## VIII. DISCUSION

---

En la presente tesis de investigo el resultado quirúrgico en los pacientes operados de coartación de aorta en el periodo comprendido entre los años 2005 y 2010 en el servicio de cirugía cardiovascular del hospital infantil de México Federico Gómez, se hizo la división de los pacientes en 3 grandes grupos menores de 59 días de vida, de 2 meses de edad a 60 meses de edad y de 61 meses de edad a 18 años de edad, en base a eso se obtuvieron las siguientes hipótesis en las que se desarrolla esta investigación.

De acuerdo a los resultados encontrados en esta investigación se puede decir que al igual que los resultados obtenidos en diferentes grupos quirúrgicos en diferentes partes del mundo la coartación de aorta en nuestro hospital se presenta de manera mas frecuente en el sexo masculino asi como la población mas frecuentemente intervenida quirúrgicamente es en el periodo de recién nacido a los 59 días de vida, la técnica quirúrgica mas empleada en este tipo de patología es la coartectomia termino terminal en la mayoría de los casos y la incidencia de la patología estudiada en el hospital infantil de México es de 12% del total de pacientes cardiópatas de nuevo ingreso lo que nos coloca en los mismos porcentajes a nivel mundial en cuanto a incidencia, técnica quirúrgica empleada y sexo mas afectado.

## IX. CONCLUSIONES

---

1.-En el estudio que se realizo se analizaron un número de 118 pacientes con diagnostico de coartacion de aorta y que fueron sometidos a corrección quirúrgica por el servicio de cirugia cardiovascular del Hospital infantil de México Federico Gómez en el periodo comprendido entre en año 2005 al 2010.

2.-La coartacion de aorta se presenta con mas frecuencia en el sexo masculino 74 (62.7%) que en el sexo femenino 44 (37.2%) para una relación de 2:1.

3.-La edad más frecuentemente diagnosticada e intervenida quirúrgicamente es la comprendida entre los 2 días de vida y los 60 días de vida 54 (45.7%) así como de lo 2 a los 60 meses, 44 (37.2%) respectivamente.

4.-La malformación cardiaca mas frecuentemente asociada a coartacion de aorta es la comunicación interventricular con un total de 20 pacientes (16.9%), seguida de persistencia del conducto arterioso con 15 pacientes (12.7%), doble vía de salida de ventrículo derecho con 7 pacientes (5.9%), transposición clásica de grandes vasos con 2 pacientes (1.6%).

5.-El síndrome de Turner, comúnmente afectación cardiovascular en hasta un 20% de los casos solo se presento en 1 paciente (0.84%).

6.-La incidencia de coartacion de aorta en nuestra población es similar a toda la literatura mundial reportada hasta este momento con una incidencia del 12% de 985 pacientes de nuevo ingreso al Hospital Infantil de México Federico Gómez.

7.-La mortalidad quirúrgica en nuestra unidad de cirugia cardiovascular en cuanto a la reparación de la coartación de aorta es del 0.84%.

8.-El tratamiento quirúrgico ofrecido a los pacientes que presentan coartacion de la aorta fue en un 84.7% resección del segmento estenótico y anastomosis termino-terminal siendo esta la técnica quirúrgica mas empleada.

# IX. BIBLIOGRAFIA

---

1. Fyler DC. *Cardiología pediátrica*. Ed. Nadas. Mosby; 1994. Cap 34, p. 539.
2. Gross RE. Surgical correction for coarctation of the aorta. *Surgery* 1945;18:673.
3. Therrien J, Thorne SA, Wright A, Kilner PJ, Somerville J. Repaired coarctation: a cost-effective approach to identify complications in adults. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:997-1002.
4. Becker AE, Becker MJ, Edwards JE. Anomalies associated with coarctation of aorta: particular reference to infancy. *Circulation* 1970;41:1067-75.
5. Morris GC, Cooley DA, De Bakey ME, Crawford ES. Coarctation of the aorta with particular emphasis upon improved techniques of surgical repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1960;40:705-22.
6. Liberthson RR, Pennington DG, Jacobs ML, Daggett WM. Coarctation of the aorta: review of 234 patients and clarification of management problems. *Am J Cardiol* 1979;43:835-40.
7. Skoda J. Demonstration eines Falles von Obliteration der Aorta. *Wochenblatt Zeitschr Kaiserlicheköniglicher Gessellschaft. Aertze Wien* 1855;1:710.
8. Reisfenstein GH, Levine SA, Gross RE. Coarctation of the aorta. A review of 104 autopsied cases of the adults type. 2 years of age or older. *Am Heart J* 1947;33:146.
9. Campbell M. Natural history of coarctation of the aorta. *Br Heart J* 1970; 32:633-40.
10. Cyran SE, Grzeszczak M, Kaufman K, Weber HS, Myers JL, Gleason MM, et al. Aortic recoarctation at rest versus at exercise in children as evaluated by stress Doppler echocardiography after a good operative result. *Am J Cardiol* 1993;71:963-70.
11. Mosca RS, Iannettoni MD, Schwartz SM, Ludomirsky A, Beekman RH 3rd, Lloyd T, et al. Critical aortic stenosis in the neonate. A comparison of balloon valvuloplasty and transventricular dilation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:147-54.



12. Weber HS, Cyran SE, Grzeszczak M, Myers JL, Gleason MM, Bayleu BG.. Discrepancies in aortic growth explain aortic arch gradient during exercise. *J Am Coll Cardiol* 1993;21:1002-7.
13. Cyran SE, Grzeszczak M, Kaufman K, Weber HS, Myers JL, Gleason MM, et al. Aortic recoarctation at rest versus at exercise in children as evaluated by stress Doppler echocardiography after a .good. operative result. *Am J Cardiol* 1993;71:963-70.
14. Mosca RS, Iannettoni MD, Schwartz SM, Ludomirsky A, Beekman RH 3rd, Lloyd T, et al. Critical aortic stenosis in the neonate. A comparison of balloon valvuloplasty and transventricular dilation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:147-54.
15. McCrindle BW. Independent predictors of immediate results of percutaneous balloon aortic valvotomy in children. Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies (VACA) Registry Investigators. *Am J Cardiol* 1996;77:286-293.
16. Sholler GF, Keane JF, Perry SB, Sanders SP, Lock JE. Balloon dilation of congenital aortic valve stenosis. Results and influence of technical and morphological features on outcome. *Circulation* 1988;78:351-60.
17. Therrien J, Thorne SA, Wright A, Kilner PJ, Somerville J. Repaired coarctation: a .cost-effective. approach to identify complications in adults. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:997-1002.
18. Kreutzer R, Depsztok M, Di Santo M y col. Cirugía de coartación de aorta con técnica termino terminal ampliada. *Rev Argent Cardiol* 1994;62(Suppl I):69.
19. Waldhausen JA, Nahrwold DL. Repair of coarctation of the aorta with a subclavian flap. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1966;51:532-3
20. Maron BJ, Humphries JO, Rowe RD, Mellits ED. Prognosis of surgically corrected coarctation of the aorta. A 20-year postoperative appraisal. *Circulation* 1973;47:119-26.
21. Kirklin JW, Barrat-Boyes BG. *Cardiac surgery*. New York: J Wiley & Sons, Inc; 1986; p. 1045.
22. Penkoske PA, Williams WG, Olley PM, LeBlanc J, Trusler GA, Moes CA, et al. Subclavian arterioplasty. Repair of coarctation of the aorta in the first year of life. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;87:894-900.

23. Rao PS, Thapar MK, Kutayli F, Carey P. Causes of recoarctation after balloon angioplasty of unoperated aortic coarctation. J Am Coll Cardiol 1989;13:109-15.
24. Rao PS, Galal O, Smith PA, Wilson AD. Five-to nine-year followup results of balloon angioplasty of native aortic coarctation in infants and children. J Am Coll Cardiol 1996;27:462-70.
25. Fletcher SE, Nihill MR, Grifka RG, O'Laughlin MP, Mullins CE. Balloon angioplasty of native coarctation of the aorta: midterm followup and prognostic factors. J Am Coll Cardiol 1995;25:730-4.