



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL GENERAL DR. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA  
CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA**

**TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TITULO  
PARA LA ESPECIALIDAD DE CARDIOLOGIA PEDIATRICA**

**RESULTADOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO EN EL  
TRATAMIENTO DE LA COARTACIÓN AÓRTICA CON  
ANGIOPLASTIA, STENT Y COARTECTOMÍA EN UNA POBLACIÓN  
PEDIÁTRICA DE LA UMAE DEL CENTRO MEDICO NACIONAL LA  
RAZA**

**AUTORES:**

**PRESENTA:  
DR. EDER PIÑEIRO RAYAS  
RESIDENTE DE CARDIOLOGIA PEDIATRICA DE SEGUNDO AÑO**

**ASESOR  
DR. HUGO FENNI NORIA MEDINA**

**CIUDAD DE MÉXICO, 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## IDENTIFICACIÓN DE INVESTIGADORES

### INVESTIGADOR PRINCIPAL

#### **Dr. Hugo Fenni Noria Medina**

Médico adscrito al servicio de Cardiología Pediátrica del HG CMN la Raza  
Matrícula 99364458  
E-mail: [intervencionistafenni@gmail.com](mailto:intervencionistafenni@gmail.com)  
Teléfono: 55 4488 7999  
Avenida de las Jacarandas y calzada Vallejo S/N Colonia La Raza, Azcapotzalco,  
México DF CP 02990

### INVESTIGADORES ASOCIADOS

#### **Dr. Eder Piñeiro Rayas**

Residente del segundo año de Cardiología Pediátrica del HG CMN la Raza  
Matrícula 99108314  
E-mail: [dr.epineiro@gmail.com](mailto:dr.epineiro@gmail.com)  
Teléfono: 61 8134 0833  
Avenida de las Jacarandas y calzada Vallejo S/N Colonia La Raza, Azcapotzalco,  
México DF CP 02990

#### **Dra. Araceli Noemí Gayosso Domínguez**

Médico Jefe de Servicio del Departamento de Cardiología Pediátrica del HG CMN la Raza  
Matrícula 99360869  
E-mail: [doctoragayosso@gmail.com](mailto:doctoragayosso@gmail.com)  
Teléfono: 55 91 99 35 63  
Avenida de las Jacarandas y calzada Vallejo S/N Colonia La Raza, Azcapotzalco,  
México DF CP 02990

### ASESOR DE INVESTIGACIÓN

#### **D.C. Jéssica Elena Cordero Arreola**

Doctora en Ciencias Biomédicas  
Email: [jesscoa19@gmail.com](mailto:jesscoa19@gmail.com)  
Teléfono: 61 82 61 24 55  
Av. Universidad 687 Colonia Del Valle Sur, Benito Juárez, México DF, CP 04103

**HOJA DE FIRMAS**

---

**DRA. MARIA TERESA RAMOS CERVANTES**  
**DIRECTORA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACION EN SALUD**  
**U.M.A.E. H.G. "DR GAUDENCIO GONZALEZ GARZA"**  
**C.M.N. LA RAZA**

---

**DRA. ARACELI NOEMÍ GAYOSSO DOMÍNGUEZ**  
**PROFESORA TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIDAD EN CARDIOLOGIA**  
**PEDIATRICA**  
**U.M.A.E. H.G. "DR GAUDENCIO GONZALEZ GARZA"**  
**C.M.N. LA RAZA**

---

**DR. HUGO FENNI NORIA MEDINA**  
**MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE CARDIOLOGIA PEDIATRICA**  
**U.M.A.E. H.G. "DR GAUDENCIO GONZALEZ GARZA"**  
**C.M.N. LA RAZA**

---

**DR. EDER PIÑEIRO RAYAS**  
**MEDICO RESIDENTE DE SEGUNDO AÑO DE CARDIOLOGIA PEDIATRICA**

## ÍNDICE

Título	1
Identificación de los investigadores	2
Resumen	5
Introducción	6
Marco teórico	7
Justificación	47
Planteamiento del problema	48
Objetivos	49
Material y métodos	50
Variables	52
Descripción general del estudio	56
Análisis estadístico	57
Aspectos éticos	58
Recursos materiales y financiamiento	59
Resultados	60
Discusión	64
Conclusiones	68
Bibliografía	69
Anexos	74

## RESUMEN

### RESULTADOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO EN EL TRATAMIENTO DE LA COARTACIÓN AÓRTICA CON ANGIOPLASTIA, STENT Y COARTECTOMÍA EN UNA POBLACIÓN PEDIÁTRICA DE LA UMAE DEL CENTRO MEDICO NACIONAL "LA RAZA"

**Introducción:** La coartación de aorta es una de las cardiopatías congénitas que se presentan con mayor frecuencia en México. Representa del 6% al 8% de las cardiopatías congénitas. La cirugía fue la única opción de terapia hasta 1982 cuando la angioplastia con balón se convirtió en una alternativa para su tratamiento. La recoartación, los aneurismas y la disección aórtica siguen siendo las desventajas de ambos tratamientos. Para evitarlas, en 1990 se introdujeron stents endovasculares y desde entonces se han convertido en un enfoque alternativo para la corrección quirúrgica. Actualmente la principal controversia sigue siendo qué tratamiento debe usarse para la corrección definitiva, por lo que es motivo de estudio en esta investigación. **Objetivo:** Conocer los resultados del tratamiento de la coartación con angioplastia con balón, colocación de stent endovascular y coartectomía a corto, mediano y largo plazo. **Diseño:** Retrospectivo, descriptivo, observacional, longitudinal, unicéntrico. **Material y métodos:** Se analizaron los expedientes clínicos y bases de datos del servicio de cardiología pediátrica de pacientes con coartación aórtica sometidos a procedimientos quirúrgicos y/o intervencionistas en la UMAE Hospital General Dr. Gaudencio González Garza, Centro Médico Nacional La Raza, en el periodo de 2007 al 2018. para posterior análisis estadístico en programa Sigmaplot v. 12. **Resultados:** Se capturaron 102 expedientes, se incluyeron 78 expedientes completos. El 50% fueron intervenidos por colocación de Stent, previa dilatación con balón. El otro 50% fueron intervenidos por coartectomía. Tras el procedimiento con colocación de Stent observamos una reducción del gradiente de  $38,41 \pm 18,45$  a  $3,48 \pm 4,33$  mmHg ( $p < 0,0001$ ) y un aumento del diámetro de la luz de  $13,31 \pm 2,53$  a  $15,41 \pm 1,96$  mm ( $p < 0,0001$ ). De los 39 pacientes que se les realizó coartectomía, todos tuvieron una evolución adecuada, llevando a la conclusión, de que los pacientes que cursan con coartación de aorta tienen un buen pronóstico si se les da un tratamiento oportuno a los mismos, así mismo, los 12 paciente a quien se les dio tratamiento conservador, no presentaron complicación asociada. **Conclusiones:** La evolución clínica de los pacientes post tratamiento de coartación de aorta es adecuada, encontrando un 57% de los pacientes estudiados sin complicaciones. El cateterismo cardiaco y la coartectomía son los procedimientos quirúrgicos que se realizan en pacientes con coartación de aorta, evidenciando un total de 39 pacientes con cateterismo y 39 pacientes con coartectomía. La clase funcional NYHA tipo I es la que predomina en los pacientes post tratamiento con coartación de aorta.

## INTRODUCCIÓN

La coartación de la aorta es una afección congénita cardiovascular, constituye una de las variedades más frecuentes de la patología obstructiva del ventrículo izquierdo. Existe una variación considerable en la anatomía de la coartación, así como en su fisiopatología, presentación clínica, opciones de tratamiento y resultados. Por ejemplo, la coartación puede ser de naturaleza discreta o de un segmento largo, y particularmente en los lactantes puede asociarse con hipoplasia del arco aórtico transversal. La fisiopatología de la coartación varía con la gravedad de la estenosis y también se ve afectada por lesiones asociadas, como el conducto arterioso permeable, defectos del tabique ventricular o la obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo. La presentación clínica de la coartación también varía, desde la insuficiencia cardíaca en la infancia hasta la hipertensión asintomática en un niño mayor o adulto. En cuanto a las opciones de tratamiento, se incluyen reparación quirúrgica y angioplastia percutánea con balón o colocación de stent. Finalmente, los resultados clínicos y el pronóstico a largo plazo después del tratamiento varían ampliamente y no son del todo benignos. Así mismo, el pronóstico tardío puede verse afectado por estenosis residual o hipoplasia del arco, por alguna patología intracardiaca asociada, aortopatía e hipertensión en reposo o ejercicio. Es correcto inferir que la coartación de la aorta no es la lesión simple que a menudo parece ser(1).

## MARCO TEÓRICO

### HISTORIA

La primera descripción de la coartación aórtica generalmente se le atribuye a Johann Freidrich Meckel, el famoso anatomista prusiano, que presentó en la Real Academia de Ciencias de Berlín en 1750 el caso post-mortem de una mujer de 18 años, Evidenciando como resultado de la autopsia, una aorta que era según su propia descripción, "tan estrecha que su diámetro era más pequeño que la mitad de la arteria pulmonar". Sin embargo, algunos otros colegas argumentan, , que era a Morgagni a quien se le debía dar prioridad en el descubrimiento del caso. No obstante, no fue hasta 1791, cuando Craigie, publicó en el Journal de Chirurgie de desault una descripción más reconocible de la patología . Según Craigie, Monsieur Paris, el Prosector del Anfiteatro del Hotel-Dieu describió, en el invierno de 1789, la autopsia de "una mujer muy demacrada de unos 50 años de edad". Además de reconocer que las arterias torácicas eran más gruesas y tortuosas de lo normal, dio la siguiente descripción: "La parte de la aorta que está más allá del arco, entre el ligamento arterioso y el primer espacio intercostal, se redujo tanto que tenía como máximo el grosor de una pluma de ganso. Por lo tanto, al disecar sus paredes, que no habían disminuido en este lugar, solo quedaba un pequeño lumen. La parte del vaso que estaba por encima de la constricción estaba ligeramente dilatada; la parte distal era de calibre normal. La disección más cuidadosa no reveló, ni en su proximidad, ninguna causa a la que se pudiera atribuir esta condición extraordinaria". Con respecto a la interrupción del arco aórtico esta puede considerarse como el extremo más severo del espectro de la coartación aórtica. Por su parte, Celoria y Patton clasificaron esta lesión en los tipos A, B y C. Mientras que, la interrupción en el istmo aórtico había sido el primer patrón descrito, siendo reconocido en 1778 por Stiedele en Viena(2).



## EPIDEMIOLOGÍA

Según datos epidemiológicos de la Organización Mundial de la Salud, la coartación de la aorta representa entre el 5 y el 8% de todas las cardiopatías congénitas, y se ha reportado en un 10 a 17% de las autopsias realizadas en recién nacidos con cardiopatía. La incidencia es de 0.3 a 0.4 por cada 1000 nacidos vivos, con un predominio del género masculino que va de 2:1 hasta 4:1(3).

Por su parte, Van der Linde reporta a la coartación de aorta como la sexta cardiopatía más frecuente, desde 1945 hasta 2009, a nivel mundial(4).

En México, la patología representa a una de las cardiopatías congénitas con mayor frecuencia, ocupando el cuarto lugar después de la persistencia del conducto arterioso, la comunicación interauricular y la comunicación interventricular. En conjunto las cardiopatías congénitas representan una incidencia estimada de 8 por cada 1000 nacidos vivos, por lo que no es raro que sean motivo de consulta en los tres niveles de atención(5).

La incidencia general es de 1 en 12,000, con un aumento leve en los varones. En la coartación generalmente se dice que muestra herencia de tipo multifactorial, aunque los factores genéticos son claramente importantes en ciertos grupos. Algunos reportes de origen genético, muestran a la lesión en una décima parte de una gran serie danesa de pacientes con síndrome de Turner, aunque con una menor incidencia en pacientes con mosaicismo, o con anomalías estructurales del cromosoma X. DE igual manera, se ha informado que la herencia es considerada como una anomalía autosómica dominante(2).

## EMBRIOLOGÍA

En el feto normal, cuando se forman los arcos branquiales o faríngeos (entra la 4ª y 5ª semana) cada par de arcos recibe su propio par de arterias, mismas que reciben el nombre de arcos aórticos y se originan en el saco aórtico (porción más distal del tronco arterioso). Se forman cinco pares de arcos numerados I, II, III, IV, VI (el V arco no se forma o lo hace de forma incompleta y luego involuciona). El cuarto arco aórtico izquierdo forma el arco aórtico y el derecho involuciona. Las arterias pulmonares se derivan de los sextos arcos, la parte distal izquierda forma el ductus arterioso mientras que la del lado derecho también involuciona (6).

La etiología de la coartación sigue siendo desconocida, pero se ha sugerido que se debe a un patrón de flujo anormal o a la extensión del tejido ductal hacia la pared de la aorta (6).

En la teoría hemodinámica, las lesiones que provocan una disminución del flujo en la aorta ascendente, como el defecto septal ventricular o la obstrucción mitral o subaórtica, producen hipoplasia del arco transversal y del área ístmica aórtica. En contraste, cuando aumenta el flujo aórtico ascendente, como en atresia pulmonar con septo ventricular intacto o tetralogía de Fallot, la coartación es extremadamente rara(6).

Con respecto a la teoría del tejido ductal, se piensa que la constricción posterior al nacimiento del tejido ductal aberrante que se extiende hacia la pared aórtica produce una obstrucción. La alta incidencia de lesiones intracardíacas asociadas, la recurrencia familiar en algunos y la asociación con síndromes como Turners continúan sugiriendo un sustrato genético. Otra anomalía asociada altamente estudiada es un aneurisma intracraneal, que se ha identificado en alrededor del 10% de los adultos con coartación, 9 de los cuales puede ser la característica inicial de una coartación no reconocida previamente(6).

## MORFOLOGÍA

Las lesiones se producen en la proximidad de la unión del arco aórtico y el conducto arterioso. Esta unión es de importancia fundamental para su evolución y morfología, aunque la coartación aislada también puede existir proximal a las arterias braquiocefálicas, o en la aorta torácica descendente. La coartación aórtica, sin embargo, no es una entidad uniforme, más bien, representa un espectro de lesiones, que generalmente abarcan grados variables de hipoplasia, junto con áreas estenóticas adicionales, dentro del arco aórtico. El extremo del espectro es la interrupción del arco aórtico y el menos severo es la presencia de un cordón fibroso entre los segmentos interrumpidos del arco, de modo que hay una interrupción hemodinámica pero continuidad anatómica, esto también se conoce como atresia del arco. La hipoplasia tubular está presente cuando hay un estrechamiento uniforme de una parte del arco, mientras que la coartación discreta se produce por una lesión localizada similar a una membrana dentro del lumen del arco, a menudo con un grado de estrechamiento proximal del arco mismo hacia la membrana obstructiva(2).

## CLASIFICACIÓN

Históricamente, ha habido varios esquemas de clasificación para la coartación de la aorta. Bonnet(7) en 1903 clasificó la coartación de la aorta en dos tipos: infantil "preductal" y "postductal" en adultos, debido a las importantes diferencias fisiopatológicas entre un adulto con coartación crónica de la aorta y un lactante con coartación dependiente del conducto arterioso. Van Praagh *et al*(8) plantearon que la clasificación de la coartación de la aorta en relación con la posición del conducto arterioso era inexacta, ya que el sitio de la coartación es casi siempre yuxtaductal o a nivel del conducto arterioso. Por otro lado, Amanto *et al*(9) propusieron una clasificación que incorporaba el concepto de hipoplasia del arco aórtico, ya que esto modifica la reparación quirúrgica de esta lesión. Esta clasificación combina la coartación, la hipoplasia y los defectos intracardíacos. Cada una de estas categorías tiene dos subcategorías: A, con defecto del tabique interventricular; y B, con otros defectos cardíacos importantes.

- I. Coartación aórtica primaria: Coartación discreta de la aorta, todos los segmentos del arco aórtico son de tamaño normal.
- II. Coartación aórtica con hipoplasia del istmo: Hipoplasia del arco aórtico entre la arteria subclavia izquierda y el conducto arterioso.
- III. Coartación aórtica con hipoplasia tubular: Hipoplasia del istmo aórtico, entre la arteria subclavia izquierda y el conducto arterioso, y el arco transversal distal, el segmento del arco aórtico desde la arteria carótida izquierda hasta la arteria subclavia izquierda.

Cada una de estas categorías tiene dos subcategorías: A, con defecto del tabique interventricular; y B, con otros defectos cardíacos importantes.

## LAS LESIONES OBSTRUCTIVAS

El abordaje más sistemático fue sugerido por Edwards(10), quien enfatizó la necesidad de describir con precisión el sitio de la coartación, independientemente de si el conducto arterioso es permeable, cerrado o ligamentoso, e independientemente de la presencia de anomalías adicionales. Sin embargo, en términos de ubicación, cuando el conducto arterioso es permeable, entonces la lesión obstructiva puede ser preductal, yuxtaductal o posductal.

El sitio más común para la coartación es en la unión del istmo aórtico, el conducto o ligamento arterial y la aorta descendente. Cuando el conducto está abierto, generalmente hay un grado de hipoplasia isquémica, con el istmo disminuido en su calibre hacia la unión con el conducto y la obstrucción es preductal. La lesión obstructiva toma la forma de una cintura discreta, asociada con el abombamiento de la pared aórtica. En la mayoría de los casos, la membrana está formada por tejido ductal, que rodea por completo el lumen del istmo. Esta membrana ductal produce la mayor obstrucción al flujo, siendo el factor más importante en la coartación. Una vez que el conducto arterioso está cerrado, la membrana ductal se convierte en un diafragma de fibroso, a menudo con un meato perforado(2).

La coartación yuxtaductal ocurre directamente frente a la boca del conducto en su inserción a la aorta, y se encuentra en una décima parte de los casos. La obstrucción postductal se ve distal al origen aórtico del conducto arterioso, y nuevamente representa aproximadamente una décima parte de los casos observados en la infancia. La consecuencia más importante de esta variante es la falta de mejoría de estos niños críticamente enfermos, aun y con el mantenimiento de la permeabilidad ductal mediante prostaglandinas. Dicha coartación posductal es la norma en adultos, aunque luego ocurre en posición posligamental, en lugar de postductal(11).

La hipoplasia tubular, que describe la presencia de un segmento unilateralmente

estrecho del arco aórtico, coexiste frecuentemente con coartación discreta, pero puede existir de forma aislada. Histológicamente, la pared de un segmento afectado es normal, en contraste con la naturaleza ductal y fibrosa de la coartación. Los sitios más frecuentes para la hipoplasia tubular son en el istmo o entre la carótida común y la arteria subclavia izquierda. Es raro que se vea afectado el segmento entre las arterias braquiocefálicas y las arterias carótidas comunes izquierdas. La atresia del arco aórtico existe cuando el arco mismo es anatómicamente continuo, pero no hay permeabilidad dentro de uno de sus segmentos. El sitio más común para dicha atresia es el istmo aórtico, pero también se puede encontrar atresia entre las arterias braquiocefálicas y las arterias carótidas comunes izquierdas. La interrupción existe cuando hay discontinuidad anatómica, así como hemodinámica, entre los segmentos del arco aórtico. El sitio más común para la interrupción, que representa aproximadamente las tres cuartas partes de los casos, se encuentra entre las arterias carótidas y subclavias izquierdas comunes, el llamado patrón tipo B de Celoria y Patton. La mayoría de los casos restantes muestra la interrupción en el istmo, el llamado tipo A. Como ya hemos enfatizado, la interrupción entre las arterias carótidas comunes braquiocefálicas y las izquierdas, llamada tipo C, es extremadamente rara (2,11).

## MALFORMACIONES ASOCIADAS

La presencia de lesiones cardiovasculares asociadas fue uno de los criterios comúnmente utilizados para diferenciar la coartación encontrada en pacientes que se presentaron en la infancia de los que se presentaron, a menudo en forma aislada, en la adultez posterior. Respecto a esto, la asociación de la coartación aórtica, la hipoplasia del istmo, la permeabilidad del conducto arterial y la presencia de una comunicación interauricular o la permeabilidad del foramen oval es tan común como para referirse como parte de un complejo de coartación en neonatos(12).

Las anomalías asociadas típicas son aquellas que tienden preferentemente a potenciarse debido a la vía arterial pulmonar en lugar de la sistémica. Tales lesiones conducen a una reducción del flujo a través del istmo aórtico en la vida fetal. Esto puede ser producido primero por defectos que se producen de izquierda a derecha a nivel de los ventrículos o de las grandes arterias. La más común de estas lesiones es un defecto del tabique ventricular. Cuando se encuentra en presencia de coartación, el defecto septal ventricular es similar al patrón arquetípico encontrado en los corazones de pacientes con interrupción del arco aórtico, con desviación posterior del septo muscular en el tracto de salida, o su remanente fibroso, en el área subaórtica, y esta desviación que conduce a la obstrucción subaórtica(2).

Los defectos septales más frecuentemente son perimembranosos y se asocian con cabalgamiento posteroinferior de la válvula aórtica. La coartación, por supuesto, se puede encontrar en el contexto de conexiones ventriculoarteriales discordantes, ventrículo con doble salida o tronco arterial común(13).

Otro mecanismo que subraya la existencia de lesiones asociadas es uno que produce obstrucción al flujo del ventrículo izquierdo tanto antes como después del nacimiento. Las lesiones que entran en esta segunda categoría incluyen estenosis aórtica valvular y subvalvular, y potencialmente la válvula aórtica bivalva. Las lesiones congénitas estenóticas de la válvula mitral también conducirán a una disminución del flujo a través del arco aórtico, al igual que a nivel mitral supravalvular. La presencia de varias lesiones de este tipo en combinación presenta

un pronóstico particularmente deficiente, con el corazón mismo en dichos entornos solapando con el síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico. La combinación más conocida implica la coexistencia de la válvula mitral con paracaídas, el anillo supraavalvar mitral, la estenosis subaórtica y la coartación aórtica, a la que se le conoce como síndrome de Shone(14).

La válvula aórtica bivalva suele ser hemodinámicamente insignificante en la vida postnatal temprana. Es una enfermedad común en pacientes con coartación aórtica. En asociación con la coartación, la morfología de la válvula bicúspide es significativamente diferente de la observada como una lesión aislada(14)(15).

Las anomalías de las arterias subclavias que pueden acompañar a la coartación aórtica son importantes tanto desde el punto de vista clínico como quirúrgico, y se observan con más frecuencia en asociación con la interrupción de arco. La anomalía más común es el origen de la subclavia derecha desde la aorta distal al sitio de la inserción ductal. La arteria anómala sigue un curso retroesofágico, que a menudo surge del segmento expandido de la aorta llamado divertículo de kommerrell. La arteria subclavia izquierda también puede ser anómala y surgir yuxtaductal. En este contexto, el istmo en sí es extremadamente corto o inexistente. La boca de la arteria subclavia se puede incorporar en el origen ductal y tiende a ser estenosada en su origen. Como podría anticiparse, la coartación, la atresia o la interrupción también pueden ocurrir cuando el arco aórtico está en el costado derecho además de que la coartación también se puede encontrar en el contexto de un arco aórtico doble de acuerdo al desarrollo embriológico establecido(16).



## CIRCULACIÓN COLATERAL

Aunque raramente está presente desde el nacimiento, la circulación colateral se desarrolla gradualmente durante la niñez en aquellos con coartación subcrítica. Tales arterias colaterales omiten la obstrucción y aumentan la perfusión en la parte inferior del cuerpo. El patrón más común implica una gran arteria aberrante que se origina en la arteria subclavia derecha y que suministra flujo a la aorta por debajo de la coartación, junto con varias ramas de la arteria subclavia izquierda, incluido el tronco tirocervical, las arterias intercostales izquierdas a través de la arteria torácica interno izquierda, esto conduce a las muescas de las costillas, y la arteria espinal anterior a través de la arteria vertebral izquierda. Un vaso particular en esta circulación ha logrado reconocimiento como la arteria de Abbott el cual se considera un vaso anómalo que se origina en la cara posterior del istmo y pasa hacia la médula por detrás de la arteria carótida y el arco transversal(17).

## PATOLOGÍA SECUNDARIA

La patología secundaria se puede dividir en efectos locales, efectos sobre el miocardio y efectos distantes, el último en general causado por la hipertensión. Los cambios locales tienden a ser característicos en niños mayores y adultos, el engrosamiento fibroso de la íntima se superpone al sitio de la coartación. La capa engrosada se compone de capas concéntricas de colágeno, con diversos grados de elastina y células musculares lisas. Además se ha observado el agotamiento característico y el desorden del tejido elástico visto con necrosis medial quística. La proliferación de la íntima, junto con el trombo superpuesto, puede conducir a una obliteración casi completa de la luz. En tales casos, toda la permeabilidad distal se vuelve dependiente de la circulación colateral. La pared aórtica distal a menudo muestra una dilatación post-estenótica y es algo más delgada de lo normal, y la aorta abdominal puede, sin embargo, ser algo hipoplásica debido a la disminución del flujo. La combinación de estos cambios locales explica el desarrollo ocasional de disección aórtica en pacientes con enfermedad avanzada sin tratamiento. Aún

no se sabe si la intervención quirúrgica previa disminuye la ocurrencia de los cambios en la pared aórtica(2).

El efecto directo en el miocardio es generado por la obstrucción en la eyección del ventrículo izquierdo y esta depende de la rapidez del inicio, así como del grado de aumento en la poscarga, el cual por medio de numerosos mecanismos compensatorios logra controlar. En el recién nacido que sufre una descompensación hemodinámica rápida dada por el cierre ductal, la disfunción sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo conduce rápidamente a la falla cardiaca congestiva. El flujo diastólico en las arterias coronarias disminuye a medida que aumenta el estrés de la pared ventricular izquierda y esto conduce a la isquemia, especialmente del su endocardio y como resultante disminución en el gasto cardíaco, para posteriormente perpetuarse, provocando una acidosis metabólica, que deprime aún más la contractilidad del ventrículo izquierdo. En parte, en la infancia, esto es una consecuencia de la incapacidad del miocardio para montar las respuestas adaptativas usuales a una mayor impedancia de salida. A menos que se realice una intervención, la muerte puede ser rápida y aquellos que sobreviven al insulto inicial, algunos desarrollan una marcada fibrosis subendocárdica. Si el inicio de la obstrucción es menos abrupto, pueden producirse adaptaciones compensatorias, principalmente en forma de hipertrofia ventricular izquierda(2).

La enfermedad isquémica del corazón finalmente ocurre, incluso en ausencia de oclusión arterial coronaria proximal. Las complicaciones distantes incluyen el clásico y bien conocido aneurisma del círculo de Willis. Todos los órganos en la parte superior del cuerpo pueden mantener una patología secundaria a la hipertensión(2).

## FISIOPATOLOGÍA

Recién nacidos y lactantes.

La coartación de la aorta presenta un espectro de gravedad, en el que la edad temprana en la que se presenta la enfermedad se correlaciona estrechamente con la gravedad de la obstrucción y los defectos asociados. El cierre ductal en recién nacidos ocurre dentro de un marco de tiempo predecible y un patrón morfológico(18).

El extremo pulmonar del ductus se cierra primero. Muchos recién nacido con coartación no se presentarán hasta que se cierre el extremo aórtico del ductus arterioso. Cuando el cierre ductal ocurre en el extremo aórtico causa constricción aórtica, esto genera un aumento severo en la poscarga del ventrículo izquierdo. En consecuencia, la fracción de eyección del ventrículo izquierdo disminuye de forma aguda como respuesta a la poscarga más alta, y no hay tiempo para el desarrollo compensatorio de la hipertrofia muscular que podría mejorar la fracción de eyección y la hemodinámica. Tal aumento en la poscarga da como resultado una tensión elevada de la pared ventricular, disminución de la presión de perfusión miocárdica y, en casos extremos, isquemia miocárdica isquémico(11).

El aumento de la presión diastólica final del ventrículo izquierdo y el aumento de la presión de la aurícula izquierda provocan un cortocircuito de izquierda a derecha en el foramen oval y, por lo tanto, un aumento del flujo sanguíneo pulmonar (Qp). La hipertensión pulmonar se produce como resultado del aumento del Qp y un aumento de las presiones venosas pulmonares secundarias a la hipertensión auricular izquierda. El aumento del tamaño del lado derecho del corazón se produce debido a la sobrecarga de volumen del ventrículo derecho. Todos estos eventos fisiopatológicos se suman para producir el cuadro clínico de insuficiencia cardíaca congestiva.

Este patrón se exagera en presencia de una coartación severa con una comunicación interventricular grande. La sangre del ventrículo izquierdo se expulsa

al ventrículo derecho y a la circulación pulmonar a presiones sistémicas, lo que conduce a un índice de flujo sanguíneo pulmonar a sistémico sustancialmente aumentado ( $Q_p: Q_s$ ). A medida que el ductus se cierra, el  $Q_s$  disminuye aún más, y el  $Q_p: Q_s$  es mucho mayor que 1. La hipoperfusión sistémica conduce a la oliguria y acidosis metabólica observada en muchos bebés en presentación(11,13).

Otras lesiones cardíacas asociadas agravan la carga hemodinámica. Por ejemplo, en algunos casos, la permeabilidad del conducto arterioso permite que el ventrículo derecho soporte la perfusión sistémica. En todos los casos de coartación severa en la infancia, el ventrículo derecho puede mantener un gasto cardíaco sistémico adecuado solo a través del conducto arterioso permeable. Estos bebés presentan colapso hemodinámico profundo y choque con hipotensión sistémica, acidosis y taquipnea (por hipertensión pulmonar) cuando el conducto se cierra y requieren prostaglandina intravenosa para abrir el ductus y restablecer la perfusión sistémica. Para mantener un gasto cardíaco adecuado, el ventrículo derecho experimenta tanto hipertrofia como sobrecarga de volumen, especialmente en presencia de una comunicación interventricular. Los lactantes con defectos auriculoventriculares septales y con coartación experimentan insuficiencia cardíaca más severa para grados equivalentes de obstrucción aórtica que los lactantes sin defectos del tabique auriculoventricular debido a la adición de regurgitación de la válvula auriculoventricular(11,18).

Niños mayores.

La coartación en el niño mayor suele ser una lesión aislada y asintomática, que se descubre después de una evaluación de la de la extremidad superior con hipertensión. La coartación conduce a un aumento de presión excesiva del ventrículo izquierdo. En este contexto surgen dos mecanismos compensatorios principales: La hipertrofia del ventrículo izquierdo para aumentar la presión sistólica sin aumentar el estrés de la pared y la colateralización aórtica para disminuir la poscarga del ventrículo izquierdo. En consecuencia, los pacientes desarrollan

diversos grados de hipertrofia ventrículo izquierdo, dependiendo del gradiente de coartación y la presencia de circulación colateral. La circulación colateral puede disminuir el gradiente a través del área estenótica, lo que lleva a una interpretación errónea del grado de estenosis(11).

## PRESENTACIÓN Y SINTOMATOLOGÍA CLÍNICA

Recién nacidos y lactantes.

La mayoría de los lactantes con coartación presentan diversos grados de insuficiencia cardíaca en la infancia. Cuando esta se presenta de inmediato, se manifiesta por colapso, o más tarde por dificultad a la alimentación, diaforesis, dificultad para respirar y falta de crecimiento. El inicio de la insuficiencia cardíaca suele ser de los primeros 3 meses de vida, pero hay un número importante presente en la primera semana de vida, que de manera uniforme tendrá un estrechamiento crítico de la aorta. Se presentan cuando el efecto suplementario del flujo de sangre a través del conducto desde el ventrículo derecho hasta la aorta descendente se interrumpe por su cierre, limitando críticamente el flujo sanguíneo hacia la parte inferior del cuerpo. La situación, por lo tanto, a menudo se describe como una circulación sistémica dependiente del conducto. Este proceso hace que se vuelvan agudamente enfermos con acidosis metabólica, estado de choque, insuficiencia renal y enterocolitis necrosante. Las cuatro quintas partes ingresan a un hospital especializado en las 2 semanas de vida(2,16).

Los efectos secundarios de la acidosis metabólica sobre el miocardio, conducirán a una reducción global adicional en el gasto cardíaco. La coartación en sí misma solo puede ser reconocida cuando el neonato es reanimado. Con la introducción de prostaglandina E1 en la década de 1970, fue posible mantener temporalmente la permeabilidad ductal, lo que revolucionó el manejo de estos neonatos(19).

En primer lugar, el cierre ductal conducirá a una reducción crítica en la perfusión del

cuerpo inferior y el rápido desarrollo de acidosis y estado de choque. En segundo, una resistencia vascular pulmonar en caída en presencia de un conducto ampliamente permeable conducirá a un flujo de sangre preferencial a la circulación pulmonar en detrimento de la circulación sistémica. También puede ocurrir una acidosis tisular más lentamente progresiva, pero potencialmente igual de importante, que conduce al colapso(2).

Los signos de presentación en la infancia incluyen taquipnea, con tiraje intercostal. Si hay un flujo de salida cardíaco notablemente bajo, a menudo mostrarán pobre perfusión de la piel, llenado capilar lento e incluso grados variables de cianosis periférica. La cianosis central ocurrirá solo en presencia de una lesión cardíaca congénita cianótica asociada, o cuando persiste la circulación fetal. La presencia de pulsos femorales palpables en los primeros o dos días de vida no excluye el diagnóstico de coartación, ya que el flujo de sangre a la parte inferior del cuerpo se puede mantener de antemano a través del conducto arterioso permeable(2).

Una vez que aparecen los síntomas, los pulsos femorales son más débiles o ausentes. El precordio está con tendencia a la hiperdinamia, a menos que la función miocárdica esté deprimida. En la auscultación, hay un ritmo de galope. A menudo se encuentra un soplo sistólico a lo largo del borde esternal izquierdo, desde el sitio de la coartación, y esto también puede ser audible en la parte posterior. Los defectos cardíacos asociados, como el conducto arterioso, pueden producir soplos adicionales. Un soplo sistólico de eyección puede indicar una válvula aórtica bicúspide. Los signos de insuficiencia cardíaca congestiva, como hepatomegalia y crepitaciones en la auscultación, se encuentran comúnmente(2).

Las mediciones de la presión sanguínea en las cuatro extremidades revelan un gradiente entre las extremidades superiores e inferiores independientemente del método utilizado para medirlo, aunque actualmente se prefiere el Doppler(20).

Debe recordarse que las diferencias en la presión de hasta 20 mmHg pueden ser vistas mediante el examen Doppler en el neonato normal, presumiblemente debido al estrechamiento isquémico que es normal en esta etapa(20). A veces es necesario

medir las presiones sanguíneas en serie si el diagnóstico no está claro. Paradójicamente, el diagnóstico de coartación puede ser más difícil por la administración de prostaglandinas(19). Aunque mejora en gran medida la condición física, este tipo de manejo hace que la diferencia de presión entre los brazos y las piernas se reduzca significativamente, haciendo que el proceso de diagnóstico clínico sea menos claro. La combinación de pulsos femorales débiles o ausentes junto con un gradiente de presión entre las extremidades es, por lo tanto, virtualmente patognomónico de la coartación aórtica.

Niños mayores.

Frecuentemente los pacientes con coartación van más allá de la infancia sin detección, ya sea porque inicialmente la coartación no fue lo suficientemente severa como para volverse crítica después del cierre del conducto arterial, o debido a una importante circulación colateral temprana(20).

El diagnóstico generalmente sigue a un examen médico de rutina, donde se descubre el soplo, los pulsos femorales son débiles o se encuentra hipertensión sistémica inexplicada. A menudo se experimentan cefaleas, hemorragias nasales, pies fríos o dolor en la pantorrilla durante el ejercicio. A veces, los pacientes presentan una enfermedad hipertensiva sistémica en etapa terminal, como hemorragia subaracnoidea o retinopatía hipertensiva. Ocasionalmente, la lesión se detecta durante los protocolos de la enfermedad arterial coronaria en etapas posteriores de la vida.

Los hallazgos en pacientes de mayor edad por lo general se basan en la apreciación de pulsos femorales disminuidos o retrasados en comparación con los pulsos de cualquiera de los brazos. El pulso femoral normal es fraccionalmente más temprano que el radial, con un carácter, forma de onda y volumen similares. Si este no es el caso, entonces el paciente debe ser investigado más a fondo. Más confiable que el retraso del pulso femoral para excluir la coartación es la medición de la presión

arterial en todas las extremidades(2).

Otros signos incluyen una presión venosa yugular normal y un hígado de tamaño normal. Los signos indirectos de hipertrofia ventricular izquierda, como un latido apical desplazado, a menudo se encuentra a la palpación del precordio. En la auscultación, el primer y el segundo ruido cardíaco suelen ser normales, pero pueden ir acompañados de un cuarto sonido apical si el ventrículo izquierdo se está volviendo no compliante.

El soplo de la coartación se ausculta mejor en la fosa infraclavicular izquierda y se irradia hacia la parte posterior sobre la escápula izquierda. Es continuo, alcanza su punto máximo al final de la sístole y continúa hacia la diástole temprana, lo que corresponde a la onda diastólica observada en la ecocardiografía Doppler. Los soplos continuos adicionales pueden ser generados por arterias colaterales más grandes, que pueden restaurar el flujo adecuado de sangre a la parte inferior del cuerpo, dando como resultado pulsos femorales palpables, aunque usualmente reducidos y retrasados.

En los pacientes más allá de la infancia, los hallazgos físicos de anomalías asociadas, como un chasquido de eyección puede deberse a una válvula aórtica bicúspide, o un soplo debido a un pequeño defecto del tabique ventricular, estos serán típicos de esas lesiones. La búsqueda de enfermedades causadas por la hipertensión a menudo es poco gratificante en la infancia, aunque se han descrito cambios fundoscópicos con una apariencia única de sacacorchos en las arterias retinianas. Estos cambios son diferentes del cambio hipertensivo habitual(2,20).



## PRUEBAS DIAGNÓSTICAS

### RADIOGRAFÍA DE TÓRAX

En neonatos, la cardiomegalia y el aumento del flujo vascular pulmonar puede ser evidente en la radiografía. En niños mayores, el tamaño del corazón suele ser normal, pero si está presente una cardiomegalia, por lo general es causado por el aumento del ventrículo izquierdo. Hay dos signos patognomónicos en la radiografía de tórax simple en niños mayores. El primero es el signo del 3, que aparece a la izquierda del mediastino y es causado por la dilatación pre y postestenótica de la aorta. El segundo signo es la muesca de la costilla, que generalmente no se ve hasta los 4 años de edad, aunque se ha descrito la aparición en el primer año. Antes de la edad adulta, alrededor de tres cuartas partes de los pacientes no tratados tienen muescas en las costillas. Se ve mejor en la parte posterior en el tercio medio de los bordes inferiores de la cuarta a la octava costilla, donde la arteria intercostal cruza la costilla. La muesca en la coartación es clásicamente bilateral, para diferenciarse de la muesca unilateral observada después de una derivación clásica de Blalock-Taussig, aunque la muesca unilateral también puede ocurrir con la coartación cuando una arteria subclavia se encuentra aberrantemente distal al sitio de la obstrucción(2).

### ELECTROCARDIOGRAFÍA

La mayoría de los lactantes pequeños que se presentan con coartación tendrán una dominancia ventricular derecha normal, con una desviación extrema del eje derecho. Luego, sobreviene la hipertrofia del ventrículo izquierdo. Hay signos electrocardiográficos tempranos de dominancia ventricular izquierda en algunos lactantes. Esto se ha relacionado con la isquemia subendocárdica o a la estenosis aórtica coexistente.

## ECOCARDIOGRAFÍA

El ecocardiograma se ha convertido en el método de diagnóstico de elección en la infancia. El arco aórtico se visualiza mejor desde el hueco supraesternal en la ventana paracoronar superior, revelando detalles de todo el arco. En aquellos con coartación, lo más común es un segmento corto y estrecho justo distal a la arteria subclavia izquierda causado por la membrana obstructiva que se proyecta hacia la aorta posteriormente. Más raramente, hay un segmento más largo de estrechamiento que afecta también el istmo. Debe recordarse que la membrana o diafragma aparente que se ve a menudo en la pared anterior de la aorta no es parte de la coartación, sino el punto de entrada superpuesto del conducto. Es importante, especialmente en los lactantes, evaluar el tamaño de la aorta. El arco aórtico transversal a menudo puede ser hipoplásico o estenótico, y puede dar lugar a una obstrucción residual después de la reparación distal. En ausencia de un conducto arterial, la gravedad hemodinámica de la coartación puede evaluarse fácilmente mediante ecocardiografía Doppler(21).

Los objetivos de las imágenes en la obstrucción del arco aórtico se dirigen principalmente hacia la planificación preoperatoria y la confirmación diagnóstica. Específicamente, es imprescindible identificar las regiones asociadas, ya que el grado de hipoplasia determina el tipo y el grado de reparación quirúrgica. También es importante evaluar la anatomía intracardíaca para evaluar las anomalías cardíacas asociadas(21).

En modo Doppler, el registro espectral muestra una extensión del flujo anterógrado y un gradiente persistente en la diástole, la llamada "cola diastólica". Raramente hay alguna duda sobre su evidencia, pero si existe incertidumbre, la grabación espectral puede analizarse más de acuerdo con la velocidad máxima y el tiempo medio de la disminución de la velocidad diastólica. Esto predice con exactitud la gravedad de la coartación anatómica(2).

Otra característica útil es el índice arterial carótida-subclavia, que es la relación entre el diámetro del arco aórtico en la arteria subclavia izquierda y la distancia entre

la arteria carótida izquierda y la arteria subclavia izquierda, con una relación de menos de 1,5. Este índice es sensible y específico para lactantes y neonatos.

En neonatos con un conducto arterioso permeable, las mediciones de la relación de diámetros del istmo y la aorta descendente, junto con la dilatación postestenótica y una discrepancia en la presión sanguínea entre las extremidades, han demostrado satisfactoriamente el diagnóstico de coartación. En la coartación aislada, la caída instantánea de presión instantánea a través de la obstrucción puede calcularse a partir de la velocidad máxima del flujo utilizando la ecuación simplificada de Bernoulli. En presencia de una lesión obstructiva significativa asociada en el corazón izquierdo, es necesario cuantificar la velocidad máxima del flujo proximal al sitio de la coartación. Esto a menudo puede aumentarse significativamente y, si no se tiene en cuenta al usar la ecuación ampliada de Bernoulli, puede haber una sobreestimación significativa del gradiente.

La evolución restante debe centrarse en las posibles malformaciones asociadas, con cuidado para evaluar las válvulas mitral y aórtica con precisión. Debe medirse la masa ventricular izquierda y debe realizarse una evaluación en modo M de la fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo. Siempre recordar que, en presencia de una coartación lo suficientemente grave como para causar un bajo gasto cardíaco, la gravedad de las lesiones obstructivas asociadas en el corazón izquierdo puede subestimarse. Todas estas observaciones deben modificarse en presencia de un conducto arterioso. Cuando sea grande, cualquier gradiente en el sitio de coartación será obviado y el patrón de flujo alterado. En estas circunstancias, se confía mucho más en las imágenes adecuadas del área estenótica. En manos expertas, el diagnóstico de coartación con eco Doppler puede realizarse con un 95% de sensibilidad y un 99% de especificidad(21).

## TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

La tomografía proporciona datos de alta resolución espacial de las estructuras intracardiaca y extracardiaca y permite la reconstrucción bidimensional y tridimensional de la anatomía vascular relevante. Tradicionalmente, la principal desventaja de la tomografía ha sido la dosis acumulada de radiación por exámenes repetidos, especialmente en la población pediátrica. La introducción de la tomografía multicorte con reconstrucción iterativa ha reducido significativamente las dosis de radiación a valores sustancialmente por debajo de 1 mSv. Además, los escáneres tomografía de vanguardia actuales pueden obtener todos los datos volumétricos en uno o varios ciclos cardíacos, lo que minimiza los artefactos de movimiento y puede eliminar la necesidad de mantener la respiración. Sin embargo, no puede proporcionar información hemodinámica como el gradiente de presión en el sitio coartación y el grado de circulación colateral, mientras que el uso de medios de contraste yodados se asocia con nefropatía(20).

Las ventajas incluyen proporcionar una visualización simultánea de la aorta ascendente, el arco aórtico, la aorta descendente y la válvula aórtica; información estructural detallada preoperatoria como guía para procedimientos y/o cirugías correctivas; información simultánea sobre el curso de las arterias coronarias (anomalías); y un corto tiempo de adquisición de imágenes. Aunque la dosis de radiación es una preocupación continua, las dosis han disminuido en un 80% con el advenimiento y el uso del protocolo prospectivo(22).

Debido a que la coartación de la aorta se diagnostica en muchos pacientes en la infancia, la angiografía puede ser una modalidad relativamente segura y útil, ya que los métodos más nuevos de reducción de la dosis de radiación pueden reducir acumulativamente la dosis de radiación estimada en 90% sin comprometer la imagen calidad o precisión diagnóstica. Varios estudios han demostrado una reducción de la radiación similar o superior(23).

## IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA

Existen métodos de imagen diagnósticos posiblemente superiores por su disponibilidad en las enfermedades cardíacas congénitas en lactantes y niños pequeños, ya que la resonancia magnética se limita en niños más pequeños debido a la necesidad de sedación o anestesia. La resonancia magnética puede revelar no solo la patología primaria y el flujo colateral, sino también evaluar la patología secundaria, por ejemplo, la raíz aórtica para la dilatación si está presente una válvula aórtica bicúspide, la insuficiencia valvular aórtica y la estenosis, y proporciona detalles de la masa del ventrículo izquierdo y su función(24).

Actualmente esta herramienta de imagen se está estableciendo rápidamente como el método de elección en la evaluación del tratamiento y las complicaciones de la coartación aórtica, sobre todo de los gradientes aórticos y la Recoartación. El gradiente en la presión arterial entre los brazos y las piernas no es un indicador confiable de la repercusión hemodinámica de la reestenosis en pacientes con reparación previa de la coartación. La visualización directa de los vasos colaterales mediante angiografía por resonancia magnética, y los incrementos proporcionales en la aorta torácica descendente proximal a distal, en contraste, son indicadores confiables de la repercusión hemodinámica(24).

La resonancia magnética es una herramienta excelente en la evaluación de la corrección postoperatoria. Cuando se comparan la resonancia magnética, la angiorresonancia magnética y la ecocardiografía Doppler en relación con la reparación quirúrgica de la coartación, se ha demostrado que la resonancia magnética es superior a la ecocardiografía Doppler en la evaluación de la aorta, y que la medición interna del estrechamiento no corresponde al aspecto externo del estrechamiento quirúrgico(24).

## CATETERISMO CARDÍACO Y ANGIOGRAFÍA

En la mayoría de los casos, se puede obtener información suficiente de un examen clínico y no invasivo para decidir sobre un plan apropiado para el manejo de la coartación. El cateterismo cardíaco tiene un valor limitado para describir aún más la anatomía en el neonato y se asocia con una morbilidad significativa(2).

De manera extraordinaria es necesario para la evaluación de anomalías asociadas. De hecho, si hay una obstrucción mitral significativa, insuficiencia mitral o estenosis aórtica, el neonato a menudo se evalúa mejor después de la reparación de la coartación, el gasto cardíaco, los efectos del conducto arterioso y otras anomalías de la función ventricular. Sin embargo, una indicación potencial para la evaluación invasiva es la intervención en el contexto de la coartación. La controversia ha rodeado el uso de la angioplastia con balón como el tratamiento primario para pacientes de diversas edades con coartación desde su primer uso en 1982(2).

La angiografía es el estándar de oro para la evaluación del gradiente de presión a través de la coartación y proporciona imágenes de alta resolución de la aorta y la geometría aórtica en el espacio tridimensional. La angiografía con catéter también permite una evaluación precisa de la circulación colateral. La angiografía con catéter es el estándar de referencia tradicional para la obtención de imágenes de la coartación pero la naturaleza invasiva y la carga de radiación son inconvenientes importantes(20).

## TRATAMIENTO

### MANEJO PREOPERATORIO

Recién nacidos y lactantes.

Un momento crucial en la evolución del tratamiento de niños con anomalías del arco aórtico fue a finales de 1970, cuando la prostaglandina E1 (PGE1) se puso a disposición para mantener la permeabilidad del conducto arterioso. Este medicamento permite la estabilización preoperatoria de neonatos críticamente enfermos, que a menudo se presentan con insuficiencia cardíaca, estado de choque e insuficiencia renal. Coceani y Olley(25) demostraron por primera vez la eficacia de la PGE1 en el mantenimiento de la permeabilidad del conducto tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas. Leoni y asociados demostraron la eficacia del tratamiento con PGE1 en 52 neonatos con coartación(26).

La prostaglandina E1 se da inicialmente en dosis de 0,05 mcg/kg/min a 0,1 mcg/kg/min, pero se puede aumentar gradualmente a 0,2 mcg/kg/min si no es eficaz a la dosis más baja. La respuesta máxima se produce de 15 minutos a 4 horas después del inicio de la infusión. Los estudios iniciales de la efectividad del medicamento informaron mejoría clínica en el 80% de los pacientes. Los lactantes de 14 días o menos tienden a beneficiarse del fármaco, pero, en general, los lactantes cuyo conducto se cerró antes de la infusión no mostraron ningún beneficio(19).

Los efectos secundarios y complicaciones de la PGE1 incluyen vasodilatación cutánea, hipotensión, alteraciones del ritmo o conducción, nerviosismo o actividad convulsiva, fiebre, depresión respiratoria, aumento de infección, diarrea, trastornos metabólicos y (raramente) coagulopatía(19).

En los recién nacidos con coartación aislada, la disminución esperada en la resistencia vascular pulmonar de la ventilación y la PGE1 no afecta la hemodinámica. Por el contrario, en aquellos con coartación y defecto en el tabique

interventricular, se derivará más sangre de izquierda a derecha a medida que disminuya la resistencia vascular pulmonar. La ventilación debe controlarse cuidadosamente para restablecer la relación de flujo sanguíneo pulmonar a sistémico ( $Q_p:Q_s$ ) al rango de 1:1 en pacientes con obstrucción del arco y cortocircuito intracardiaco de izquierda a derecha (11).

El equilibrio ácido-base normal con los niveles de lactato ( $<2$  mmol/L) puede proporcionar una indicación del suministro adecuado de oxígeno. La saturación venosa mixta de oxígeno no es útil como medida del suministro sistémico de oxígeno si la medición se obtiene de la aurícula derecha en presencia de un cortocircuito auricular significativo, lo que aumenta la saturación auricular derecha(11).

El equilibrio de líquidos y electrolitos debe restaurarse tanto como sea posible antes de la operación. La acidosis metabólica severa ( $pH <7.2$ ) de la hipoperfusión sistémica se corrige con la administración de bicarbonato (0.5 a 1 mEq/kg), administrada lentamente(11).

El recién nacido con un diagnóstico establecido de coartación y falla cardiaca congestiva que responde al tratamiento con PGE1 debe recibir restricción de líquidos (70% a 80% de los requisitos de mantenimiento) para limitar la carga de sal y agua en caso de insuficiencia cardíaca. Un segundo escenario involucra al recién nacido que permanece hipotenso a pesar de la restauración de la permeabilidad ductal con PGE1. La función ventricular deficiente es la causa probable de la hipotensión persistente en este contexto, y el bebé puede beneficiarse del soporte inotrópico en lugar de la expansión del volumen(11).

La mayoría de los neonatos pueden estabilizarse adecuadamente con estas medidas preoperatorias, y la cirugía debe retrasarse de 12 a 24 horas hasta que se hayan corregido los trastornos metabólicos(11).



## MANEJO PREOPERATORIO

Niños mayores.

Los niños mayores con coartación aislada generalmente se presentan para la reparación quirúrgica electiva, sin embargo, el manejo preoperatorio también es importante para este grupo. La hipertensión preexistente ocurre en muchos pacientes con coartación y puede ser exacerbada por pinzamiento cruzado aórtico, que conlleva el riesgo de insuficiencia miocárdica, disritmia, paro cardíaco reflejo o hemorragia cerebral. Todos estos pacientes deberían recibir medicamentos bloqueadores beta-adrenérgicos para controlar la hipertensión antes de la cirugía. Se informó un control exitoso de la hipertensión perioperatoria con el uso de 1,5 mg/kg de propranolol durante 2 semanas antes de la operación y 1 semana después de la operación. La falla en el bloqueo beta preoperatorio puede llevar a respuestas hipertensivas marcadas a la intubación. Los vasodilatadores están contraindicados antes de la cirugía en el niño hipertenso con coartación. La función ventricular izquierda puede no aumentar el gasto cardíaco lo suficiente como para compensar la vasodilatación debido a la obstrucción relativamente fija de coartación. Además, la taquicardia asociada a la vasodilatación puede conducir a la isquemia miocárdica(12).

## TRATAMIENTO DEFINITIVO

Hasta el momento, no existe una única técnica rentable con resultados superiores claramente demostrables a corto y largo plazo, y sin efectos secundarios significativos, para todos los tipos de coartación aórtica. La búsqueda de una única forma ideal de terapia para todas las formas de coartación es casi seguro equivocada, ya que las lesiones obstructivas muestran una gran variabilidad en su morfología, incluso antes de considerar la permeabilidad ductal y las lesiones intracardiacas asociadas. Además, una proporción significativa de la literatura tiene ahora solo un valor histórico, ya que en los últimos 50 años tanto las técnicas

quirúrgicas como cardiológicas y la reanimación médica han mejorado mucho, y se ha introducido la prostaglandina. Existen muchos estudios, pero se basan en diferentes grupos de pacientes de diferentes períodos de tiempo y se tratan con diferentes técnicas. Ensayos controlados aleatorios multicéntricos grandes de las diversas formas de técnicas cardiológicas quirúrgicas e intervencionistas para diversos tipos de coartación, por lo tanto, están muy atrasados(27).

Es bien conocido que la historia natural de la coartación aórtica no tratada es de mal pronóstico, con una mortalidad de 25, 50, 75 y 92% a las edades de 20, 30, 46 y 60 años, respectivamente(3).

Las indicaciones aceptadas para llevar a cabo un tratamiento, sea quirúrgico o intervencionista, son un gradiente sistólico transcoartación >20 mm Hg, hipertensión arterial sistémica y la demostración por imagen de resonancia magnética o de tomografía computada de obstrucción importante a nivel ístmico. El éxito del tratamiento se ha fundamentado en la desaparición del gradiente y en la normalización de las cifras tensionales(28).

El tratamiento de la coartación depende de la edad, del tipo de coartación, de las anomalías asociadas y del grado de repercusión hemodinámica(28).

## TRATAMIENTO INTERVENCIONISTA

El tratamiento intervencionista ha cobrado una mayor importancia en el manejo de esta patología ante los riesgos de la cirugía, como son: paraplejía, dolor, cicatrización, recoartación, aneurisma y estancia hospitalaria. Sin embargo, en el caso de pacientes en edad neonatal, las anomalías asociadas son muy frecuentes y la presencia del conducto arterioso permeable es alta, por lo que la opción quirúrgica sigue siendo la terapéutica de elección(29).

La recoartación cuando se realiza dilatación con balón se ha informado hasta en un 50% de los neonatos con coartación sintomática. La hipótesis que pretende explicar

estos resultados es que en esa área hay tejido residual ductal que solo puede ser retirado mediante cirugía. En este punto cabe señalar que la situación del recién nacido con coartación aórtica crítica en estado de choque podría ser una de las excepciones. En estos casos, el compromiso hemodinámico es de tal gravedad que, en la mayoría de las ocasiones, el trauma quirúrgico provoca mayor inestabilidad y el paciente fallece durante o poco tiempo después de la cirugía. En estos casos se considera que el tratamiento intervencionista puede jugar un papel importante en la estabilización y mejoría hemodinámica. Es sorprendente lo que estos pacientes pueden mejorar, aunque sea parcialmente, sus condiciones clínicas, la función ventricular izquierda y la perfusión distal con la dilatación de la zona coartada. Posterior al procedimiento, el paciente se estabiliza y puede ser llevado a reparación quirúrgica definitiva con menor morbimortalidad(30).

El paciente pediátrico menor de 6 a 8 años de edad representa otro apartado para el tratamiento intervencionista. Estos pacientes, aunque son candidatos a dilatación con balón, por su edad, no son susceptibles a la utilización de stents en la zona coartada, lo que puede significar un alto índice de recoartación, fracaso del procedimiento u obligar a dilataciones repetidas. Similares consideraciones se deben hacer con respecto a pacientes con síndrome de Turner o de Marfan, en los que, dada la arteropatía subyacente, se debe realizar angioplastia con balón con colocación de stent y, en caso de algún impedimento, ser llevados a cirugía(31).

En pacientes mayores de 8 años y adultos con coartación aórtica aislada, el manejo intervencionista es probablemente el tratamiento de elección, con un alto índice de éxito y bajo riesgo de complicaciones. El abordaje terapéutico se inicia determinando el tipo anatómico de coartación. En pacientes con una anatomía poco favorable (hipoplasia ístmica o tuneliforme), al ser dilatados únicamente con balón sin el uso inicial de stent, el porcentaje de recoartación es muy alto, por lo que en estos casos se propone la colocación de stent en la zona coartada(31).

En aquellos individuos con coartación de tipo diafragmático, no es obligado el uso de stent en forma inicial, ya que en ellos el índice de recoartación o fracaso es muy

bajo a largo plazo. Es necesario hacer dos consideraciones al llevar a cabo la dilatación: si el gradiente es mayor de 10 mm Hg es deseable la colocación de stent en la zona coartada, porque la probabilidad de recoartación es elevada; en el caso de la formación de aneurismas posdilatación también está indicada la aplicación de un stent recubierto, con lo cual se logra evitar su progresión y la gran mayoría de las veces su regresión. Siguiendo este abordaje, se ha logrado obtener una supervivencia libre de eventos (recoartación, aneurismas, gradiente  $\sim$ 20 mm Hg, necesidad de reintervención e hipertensión clínica) de 95%(29).

Las complicaciones del procedimiento se han dividido en tempranas y tardías; las primeras están relacionadas con la técnica, ya que puede presentarse sangrado que responde al uso de antagonistas de la heparina. Otra complicación es la oclusión arterial, que habitualmente es transitoria, la mayoría de las veces de resolución espontánea y solo ocasionalmente requiere de abordaje quirúrgico. Una tercera complicación es la disección de la íntima, que frecuentemente cursa sin manifestación clínica, aunque hay informes de disminución de pulsos por tiempo prolongado(32).

La formación de aneurismas se ha detectado inmediata al procedimiento en un 6% de los casos, aunque lo habitual es que sean tardíos y su origen sea la disección de la capa media aortica. Cuando los aneurismas son grandes, es decir,  $>$ 50% de la aorta diafragmática, o aumentan de tamaño rápidamente, requieren de tratamiento quirúrgico. El procedimiento no está exento de mortalidad, se han comunicado cifras promedio del 11%, y se presenta principalmente en los neonatos en estado crítico(32).

Por último, pueden acaecer accidentes vasculares cerebrales; algunos de ellos son de carácter temporal y otros producen secuelas neurológicas permanentes. De las complicaciones tardías, las más significativas son la recoartación y los aneurismas de la pared aortica(32).

Otra indicación para la angioplastia con balón es en pacientes postoperados con recoartación, complicación a la cual no está exenta ningún tipo de técnica quirúrgica.

Está indicada porque dilata en forma efectiva el área de la recoartación con baja incidencia de disecciones y aneurismas; además, las más de las veces vuelve innecesario el tratamiento quirúrgico con resultados positivos en la mayoría de los pacientes y evita el riesgo secundario a una mayor reacción perivascular cicatrizal. Estos pacientes tienen una ventaja con respecto a la cirugía: ya no hay circulación colateral, y con el pinzamiento de la aorta existe la posibilidad de isquemia medular, situación que se evita con la dilatación con catéter balón. Las complicaciones incluyen rotura del balón, oclusiones arteriales, síndrome poscoartectomía, eventos neurológicos y disección de la íntima(29).

### ANGIOPLASTIA CON BALÓN

La angioplastia percutánea con balón en coartación, fue descrita por primera vez por Singer y col. en 1982(33), aplicada en aquellas situaciones en las que la cirugía había sido desalentadora: coartación nativa en neonatos y lactantes graves y, recoartación posquirúrgica. Aunque estos reportes fueron alentadores en lo que se refiere a la factibilidad, seguridad del procedimiento y resultados inmediatos en cuanto a la reducción del gradiente, las re-estenosis en neonatos y lactantes fueron frecuentes, probablemente debido a la persistencia de tejido ductal activo, al recoil de las paredes elásticas de la aorta y a factores reológicos secundarios a hipoplasia del arco o del istmo aórtico. Rao y col.(34) apoyan la dilatación con balón como procedimiento de elección en neonatos y lactantes gravemente enfermos así como en niños mayores, en su serie no presenta reintervención temprana, y logra disminución inmediata del gradiente de presión a través de la coartación de 39 a 11 mmHg y una tasa de recoartación del 6%.

Los resultados hemodinámicos inmediatos son favorables en todos los estudios, con una reducción del gradiente a  $<20$  mmHg y aumento del diámetro del segmento coartado  $>30$  % en 78% a 91% en diferentes series para todos los grupos. La mejoría de los síntomas causados por la insuficiencia cardíaca y/o la hipertensión arterial es inmediata y solo el 6% de los pacientes requirió un nuevo procedimiento(34).

La re-estenosis, definida como la aparición de un gradiente  $> 20$  mmHg a pesar de un buen resultado inicial, fue reportada en la mayoría de las series siendo de entre 13% a 27%, mayor en neonatos que en niños mayores. La edad temprana ( $<1$  año), la hipoplasia ístmica, y un diámetro del segmento coartado  $<3,5$  mm antes o,  $<6$  mm después de la angioplastia, fueron confirmados como factores de riesgo para re coartación.(34)

La incidencia de aneurismas pos angioplastia, actualmente es  $<5\%$ , con una evolución libre de complicaciones a 10 años y resolución quirúrgica exitosa(35).

La oclusión de la arteria femoral, descrita antiguamente en el 10-16% de los casos, es mayor también en neonatos y lactantes, pero ha disminuido notoriamente su frecuencia con el desarrollo de balones de bajo perfil y el uso de anticoagulación(35).

La hipertensión paradójica, frecuente poscorrección quirúrgica, es rara posangioplastia, probablemente debido a una menor activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona, menor manipuleo del arco aórtico y ausencia de dolor(36).

No hay un consenso claro sobre cuál es el candidato ideal para angioplastía en coartación nativa. La mayoría de los cardiólogos está de acuerdo en indicar la dilatación con balón en el marco de una coartación localizada, gradiente en reposo entre miembros superiores e inferiores  $>20$ mmHg o, menor a estos valores con hipertensión arterial sistémica. La morfología del arco aórtico es sumamente importante, independientemente de la edad, ya que, la presencia de hipoplasia tubular del arco o del istmo, así como los factores de riesgo para re estenosis mencionados anteriormente, dirige el tratamiento hacia el ámbito quirúrgico(37).

Es ampliamente aceptada la angioplastía como tratamiento de elección para la recoartación dada su efectividad y relativa seguridad(38).

Diferentes estudios revelan una tasa de éxito inmediato de 65-100%, con una recurrencia de estenosis de hasta el 30% relacionada con la presencia de hipoplasia del arco como predictor de pobre resultado. La formación de aneurismas fue reportada hasta en un 14%, lo que enfatiza un estrecho seguimiento a largo plazo(38).

## RECOMENDACIONES PARA ANGIOPLASTIA TRANSCATÉTER DE LA COARTACIÓN(39)

### Angioplastia de Coartación / Recoartación de la aorta

#### Clase I

1. La angioplastia con balón en los casos de recoartación se indica cuando se asocia con un gradiente sistólico transcoartación  $>20$  mm Hg y anatomía adecuada, independientemente de la edad del paciente (Nivel de evidencia: C).

2. La angioplastia con balón en los casos de recoartación se indica cuando se asocia con un gradiente sistólico transcoartación  $<20$  mm Hg y en presencia de vasos colaterales y anatomía angiográfica adecuada, independientemente de la edad del paciente, así como en pacientes con corazón univentricular o con disfunción ventricular significativa (Nivel de evidencia: C).

#### Clase IIa

1. Es razonable considerar la angioplastia con balón en la coartación nativa como medida paliativa para estabilizar un paciente independientemente de su edad cuando las circunstancias atenuantes están presentes, como función ventricular severamente deprimido, insuficiencia mitral severa, bajo gasto cardíaco, o enfermedad sistémica afectada por la condición cardíaca (Nivel de Evidencia: C).

## Clase IIb

1. La angioplastia con balón para los casos de coartación nativa puede ser razonable en pacientes mayores de 4 a 6 meses de edad cuando se asocia con gradiente sistólico transcoartación >20 mm Hg y anatomía adecuada (Nivel de evidencia: C).

2. La angioplastia con balón para los casos de coartación nativa o recurrente se puede considerar en pacientes con anatomía de coartación compleja o que cuenten con condiciones sistémicas como enfermedad del tejido conectivo o el síndrome de Turner pero debe ser analizado cada caso en particular (Nivel de evidencia: C).

## STENTS ENDOVASCULARES

Estos dispositivos se han vuelto un componente integral en el tratamiento de pacientes con cardiopatías congénitas. Fueron designados para oponerse al recoil de la reestenosis elásticas vasculares, proveer un soporte a la pared vascular y al endotelio disminuyendo la incidencia de disección y aneurismas. El uso de stents en niños mayores en período de crecimiento, lleva a la posibilidad de una estenosis fija al alcanzar la aorta su diámetro final, actualmente se han desarrollado stents re-expandibles, que permiten la redilatación alejada si fuera necesario, disminuyendo la tasa de reestenosis por debajo de la que presenta la angioplastia con balón exclusivamente. La limitación que presenta actualmente el uso de estos dispositivos es el alto perfil de introductores que requieren, lo que nos lleva a indicar su uso en pacientes con peso suficiente para para la liberación del stent(40).

El efecto del tubo rígido sobre la vasculatura dinámica y su reacción al ejercicio requiere mayor estudio y todavía no se ha dilucidado. La tasa de reestenosis a mediano plazo es mucho menor que en la dilatación con balón(37).



## RECOMENDACIONES PARA COLOCACIÓN DE STENT EN COARTACIÓN AÓRTICA(39)

### STENT EN COARTACIÓN Y RECOARTACIÓN DE LA AORTA

#### Clase I

1. La colocación de stent está indicada en pacientes con coartación recurrente que son de suficiente tamaño para su colocación con seguridad, en quienes el stent puede expandirse hasta un tamaño adulto y que tienen un gradiente sistólico transcoartación >20 mm Hg (Nivel de evidencia: B).

#### Clase IIa

1. Es razonable considerar la colocación de un stent que se puede extender a un tamaño adulto para el tratamiento inicial de la coartación nativa o recurrente en pacientes con:

- Gradiente sistólico transcoartación >20 mm Hg (Nivel de evidencia: B).
- Gradiente sistólico transcoartación <20 mm Hg pero con hipertensión sistémica asociada y con un estrechamiento anatómico que explica la hipertensión (Nivel de evidencia: C).
- Coartación de segmento largo con un gradiente sistólico transcoartación >20 mm Hg (Nivel de evidencia: B).

2. El implante de un stent para el tratamiento de la coartación (nativa o recurrente) es razonable en pacientes en los cuales a la angioplastia con balón ha fallado, siempre que el stent pueda ser extendido a un tamaño adulto (Nivel de evidencia: B).

#### Clase IIb

1. Puede ser razonable considerar la colocación de un stent para el tratamiento de la coartación recién nacidos cuando la obstrucción del arco aórtico sea compleja y

a pesar de los intentos quirúrgicos o mediados por catéter para mejorar esta obstrucción han fracasado y cuando la cirugía se considera de alto riesgo. (Nivel de evidencia: C).

2. Puede ser razonable considerar la colocación de un stent que se puede expandir a un tamaño adulto para el tratamiento inicial de la coartación nativa o recurrente en pacientes con:

- Gradiente sistólico transcoartación <20 mm Hg pero con una presión ventricular diastólica final alta y un estrechamiento anatómico (Nivel de evidencia: C).
- Gradiente de transcoartación de <20 mm Hg, pero en el que hay importantes colaterales, lo que da lugar a una subestimación de la coartación (Nivel de evidencia: C).

## TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Con respecto al tratamiento quirúrgico, son varias las consideraciones a tomar en cuenta. La coartación aórtica sin defectos intracardiacos asociados (excepto la aorta bicúspide) con o sin hipoplasia del arco aórtico distal es regularmente abordada a través de toracotomía posterolateral izquierda. El término de coartación aórtica compleja se aplica en aquellos casos de coartación acompañados de anomalías intracardiacas en presencia o no de hipoplasia proximal del arco aórtico. Regularmente son abordadas por vía anterior (esternotomía) y se procura realizar la reparación completa de todos los defectos con circulación extracorpórea y, en algunos casos, con hipotermia profunda y circulación cerebral anterógrada a través del tronco braquiocefálico, tratando de evitar, en lo posible, el paro circulatorio(41).

En presencia de coartaciones complejas se prefiere realizar la reparación por etapas, es decir, se aborda la coartación por toracotomía y se coloca un cerclaje a la arteria pulmonar en los casos de pacientes con cortocircuitos intracardiacos. En

un segundo tiempo quirúrgico se retira el cerclaje y se completa la reparación de las malformaciones intracardiacas. Esto lo vemos con frecuencia, por ejemplo, en el recién nacido con defecto de la tabicación atrioventricular con repercusión hemodinámica(41).

Sea cual sea la vía de abordaje, un principio fundamental en la reparación de la coartación aórtica es la escisión completa del tejido ductal, que, como ya hemos visto, juega un papel importante en la génesis de la recoartación. Otros principios fundamentales consisten en realizar una disección amplia para evitar anastomosis tensas y el uso de suturas absorbibles para llevarlas a cabo(42).

Las siguientes técnicas quirúrgicas han sido propuestas y comparadas entre sí para la reparación de la coartación aórtica:

#### AORTOPLASTIA CON PARCHE

Introducida por Vosschulte, es una técnica sencilla que puede ser usada en casos de coartaciones tubulares para evitar disecciones extensas, sacrificio de colaterales y tensión en la anastomosis. Esta técnica se ha asociado a la formación de aneurismas en la pared opuesta al parche(2).

#### FLAP DE SUBCLAVIA

Es una técnica simple pero que requiere el sacrificio de la subclavia izquierda, y ha sido asociada a un alto índice de recoartación, posiblemente por la eliminación incompleta del tejido ductal que conlleva esta técnica. Algunas complicaciones del uso de la subclavia son el síndrome de robo de subclavia y las secuelas circulatorias de grado variable en el miembro superior izquierdo(2).

#### ANASTOMOSIS TERMINO-TERMINAL SIMPLE

La resección de la zona con anastomosis termino-terminal simple evita la utilización de material protésico. Se debe realizar una disección amplia y cuidadosa para evitar tensión en la anastomosis. A pesar de ello y del uso de suturas absorbibles, se

reporta un alto índice de obstrucción tardía, posiblemente por la formación de una cicatriz circular en el sitio de la anastomosis(2).

#### ANASTOMOSIS TERMINO-TERMINAL EXTENDIDA

La resección de la zona coartada con anastomosis termino-terminal extendida es probablemente la técnica quirúrgica de elección en todo el mundo. Se realizan cortes biselados amplios en ambos cabos aórticos y se anastomosa con sutura absorbible. Esta técnica es muy útil en los casos que se acompañan de hipoplasia distal del arco aórtico, ya que fácilmente puede incluirse tejido de la aorta descendente para la ampliación de este(2).

#### INTERPOSICIÓN DE INJERTO

La interposición de tubos sintéticos tras la resección de la zona coartada en los pacientes pediátricos representa una pésima opción, puesto que, con el crecimiento del niño, el diámetro del tubo tarde o temprano quedara pequeño y se presentara un cuadro de recoartación de muy difícil manejo, tanto por intervencionismo como por cirugía(2).

En algunos pacientes adolescentes o adultos con formas complejas de coartación y patología cardiaca agregada, como aneurismas de aorta ascendente, estenosis aortica (en aorta bivalva o trivalva), enfermedad coronaria, etcétera, siempre que sea posible, es ideal la resolución inicial de la zona coartada mediante intervencionismo y el posterior abordaje quirúrgico del resto de la patología. Sin embargo, existen casos en los que no es posible seguir esta conducta, sobre todo por dificultades técnicas para resolver la coartación por intervencionismo. En esta situación existe la posibilidad de la resolución quirúrgica completa en un solo tiempo mediante la colocación de un injerto extraanatómico entre la aorta ascendente y la aorta torácica descendente supradiafragmática con circulación extracorpórea(2).

La experiencia y los resultados con el tratamiento quirúrgico son muy buenos. La sobrevida acumulada a más de 10 años asciende al 86%. La anatomía de la

coartación también influye en la sobrevida, pues aquellos pacientes con coartación diafragmática alcanzan hasta el 92% de sobrevida en el mismo periodo de tiempo comparado con los pacientes con coartación tuneliforme, que solo llega al 81%. Algo semejante ocurre con el índice de recoartación, que se presenta en menos del 4% cuando la coartación reparada es del tipo diafragmático y hasta en el 8% cuando se acompaña de hipoplasia del arco aórtico(3).

La corrección de la coartación puede provocar dos tipos de respuesta hipertensiva: en las primeras 24 horas del postoperatorio se presenta hipertensión hasta en un 50% de los casos, y la causa parece ser secundaria a la estimulación de los barorreceptores carotideos con elevación de catecolaminas, y en una segunda fase es secundaria a la estimulación del sistema renina-angiotensina. El tratamiento inicial es con vasodilatadores arteriales como el nitroprusiato de sodio o con beta bloqueadores y después se puede asociar con inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina. Las teorías para explicar estas respuestas son múltiples. Es un hecho que ante la presencia de coartación se ponen en juego mecanismos compensadores para mantener un flujo adecuado por debajo de la estrechez, como son la circulación colateral, el incremento de presión por debajo de la obstrucción para mantener el flujo y una función renal adecuada, y el aumento del umbral de los receptores de presión carotideos. La solución quirúrgica de la obstrucción desequilibra estos mecanismos compensadores y determina la respuesta hipertensiva paradójica(43).

Otro punto que es muy importante considerar es el momento de la reparación quirúrgica y su efecto en el control de la hipertensión sistémica a largo plazo. Diversos autores observaron que la coartectomía llevada a cabo en los pacientes antes de los 14 años de edad proveía de un mejor control de la hipertensión arterial sistémica y, en muchos casos, incluso su desaparición. En población mexicana se observó algo similar, pero cuando los pacientes eran sometidos a reparación de la coartación antes de los 10 años de edad(3).

Es importante señalar que, cuando existe hipertensión arterial sistémica, la corrección quirúrgica o por intervencionismo de la coartación aortica no necesariamente determina su normalización y puede persistir. También se ha observado que los pacientes en los que se normaliza la presión después de la corrección quirúrgica manifiestan respuesta hipertensiva en las actividades cotidianas o con el ejercicio, por lo que son candidatos a tratamiento farmacológico de por vida(44).

Los estudios llevados a cabo en recién nacidos reparados de coartación aortica confirman la presencia de disautonomía en estos pacientes. Es posible que la disminución en la sensibilidad del reflejo barorreceptor sea secundaria a los cambios circulatorios producidos por la coartación aortica. El mecanismo subyacente sería la hipoperfusión renal y el incremento en la actividad renina-angiotensina, con la consecuente alteración a nivel central cerebral. Esta hipótesis se apoya en reportes clínicos que indican que la respuesta barorreceptora aparece alterada en pacientes normotensos con riesgo para desarrollar hipertensión arterial(45).

La masa ventricular izquierda es un predictor bien establecido de posibles eventos cardiovasculares y puede estar incrementada aún en pacientes normotensos reparados de coartación aortica. En pacientes postoperados de coartación aortica con presión arterial normal en reposo, es frecuente que tengan una respuesta presora anormal al esfuerzo, incluso en el desarrollo de actividades cotidianas habituales. Esta situación tiene relevancia clínica, ya que puede alterar también la evolución cardiovascular y ocasionar lesiones en órganos diana(46).

Con los nuevos métodos de abordaje diagnóstico para la evaluación de la función endotelial y la estructura vascular, tales como la vasodilatación mediada por flujo o el engrosamiento arterial de la íntima media, es posible detectar cambios en forma temprana. En los pacientes reparados de coartación aortica en forma exitosa, es decir, con un gradiente residual mínimo, se ha observado un compromiso significativo de la función endotelial que pudiera explicar el desarrollo de la hipertensión tardía y la aterosclerosis(47).

Se ha demostrado una composición diferente de la pared arterial en la vasculatura precoartación, con un incremento en el contenido de la colágena y un número reducido de células musculares. Los cambios en la función vascular se han encontrado aún en niños que han sido reparados en forma temprana y de manera exitosa de la coartación aórtica, y son detectados muchos años después de la reparación, lo que sugiere que dichas alteraciones pueden no ser reversibles. Si bien la reparación temprana de la coartación aórtica parece preservar las propiedades elásticas arteriales, no hay evidencia de que modifique la respuesta endotelial anormal. Lo anterior apoya la presencia de una programación de la reactividad vascular que puede estar determinada por la alteración hemodinámica subyacente, desde el periodo fetal o en los primeros días y semanas de vida(48).

Estudios recientes han tenido como fin evaluar el posible efecto de medicamentos, como los inhibidores del sistema renina-angiotensina, para revertir la alteración en la función endotelial y el proceso inflamatorio en pacientes normotensos con reparación exitosa de coartación aórtica, encontrando una mejoría significativa tanto en la función endotelial como una disminución en la expresión de citocinas proinflamatorias. Estos hallazgos muestran la posibilidad de modificar el proceso aterogénico en pacientes postoperados de coartación aórtica, aun en ausencia de hipertensión arterial(49).

Por todo lo anterior, es necesario insistir en que no es posible abordar al paciente con coartación aórtica, sea niño o adulto, como portador de una malformación congénita "simple"; así mismo, que se requiere establecer estrictos protocolos de seguimiento que nos permitan obtener información útil para indicar, eventualmente, terapéuticas que puedan modificar o retrasar las alteraciones cardiovasculares y mejorar la calidad y esperanza de vida en estos individuos(50).

## JUSTIFICACIÓN

La coartación de aorta es una de las cardiopatías congénitas que se presentan con mayor frecuencia en México, ocupa el cuarto lugar después de la persistencia del conducto arterioso, la comunicación interauricular y la comunicación interventricular. En conjunto las cardiopatías congénitas representan una incidencia estimada de 8 por cada 1000 nacidos vivos, por lo que no es raro que sean motivo de consulta en los tres niveles de atención(5).

Uno de los problemas que con mayor frecuencia se presentan en nuestro país es el retraso en el diagnóstico oportuno de las cardiopatías congénitas y por ende el retraso en la atención del padecimiento. Particularmente, en lo que respecta a la coartación de aorta, es pertinente señalar que existe aún controversia en cuanto al tratamiento de elección(5).

El presente estudio busca proporcionar elementos de juicio clínico con base en resultados a corto, mediano y largo plazo que permitan determinar el tratamiento de elección de la enfermedad en la población pediátrica con el consecuente impacto en la población de riesgo al incrementar la calidad de atención, aprovechar oportunamente los recursos disponibles y por supuesto reducir la morbimortalidad.



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En las últimas 5 décadas se han observado múltiples mejoras en las opciones terapéuticas para el tratamiento de la coartación de la aorta en población pediátrica y adulta. La primera cirugía fue realizada en 1944 por los Dres. Crawford y Nylin, con una mejoría de la técnica quirúrgica que se realiza a través de las últimas 4 décadas(37).

El enfoque terapéutico transcatóter para esta lesión se realizó por primera vez usando angioplastia con balón en la década de 1980 y con stent endovascular ganando una mayor aceptación en la década de 1990(33).

En muchas instituciones de salud, el enfoque terapéutico transcatóter se ha convertido en el tratamiento de elección tanto en niños, como en adultos con coartación de la aorta nativa.

Lamentablemente, el seguimiento de los 3 tipos de tratamiento ha sido limitado, por lo que es difícil extraer conclusiones significativas sobre cual opción de tratamiento es superior. El problema es más complicado por la incertidumbre en cuanto a lo que constituye un aceptable gradiente de presión arterial sistólica de las extremidades superiores a inferiores después de la reparación. Aunque existe evidencia sobre datos recopilados para el diagnóstico de la coartación nativa y recurrente, la principal controversia sigue siendo qué tratamiento debe usarse para la corrección definitiva, por lo que es motivo de su estudio en esta investigación.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿Cuáles son los resultados de los pacientes pediátricos sometidos a angioplastia con balón, colocación de stent y coartectomía en el seguimiento a corto, mediano y largo plazo en el periodo del 2007 al 2018?

## **OBJETIVO GENERAL**

El propósito de este estudio es conocer, en base a nuestra experiencia, los resultados en el tratamiento de la coartación de aorta en menores de 16 años así como, analizar las características de la evolución a corto, mediano y largo plazo de los pacientes que fueron sometidos coartectomía, angioplastia con balón y colocación de stent endovascular en la UMAE Hospital General Dr. Gaudencio González Garza, Centro Médico Nacional La Raza, realizadas en el periodo del 2007 al 2018.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Comparar la eficacia y seguridad de los distintos tratamientos no farmacológicos para la coartación de aorta en la población pediátrica del CMN "La Raza".
- Determinar la eficacia de la cirugía, angioplastia y stent en la coartación de aorta en la población pediátrica.
- Evaluar la seguridad a corto, mediano y largo plazo del tratamiento quirúrgico así como por procedimientos intervencionistas de la coartación de aorta en la población pediátrica.
- Conocer las posibles complicaciones inmediatas y mediatas relacionadas a los procedimientos.
- Conocer la epidemiología de la coartación de la aorta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### LUGAR DONDE SE DESARROLLARÁ EL ESTUDIO

Servicio de Cardiología Pediátrica del Hospital General Gaudencio González Garza del Centro Médico Nacional La Raza, del Instituto Mexicano del Seguro Social.

### POBLACIÓN DE ESTUDIO

Población pediátrica que haya sido diagnosticada con coartación de aorta en el Servicio de Cardiología Pediátrica del Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza" del Centro Médico Nacional La Raza, del Instituto Mexicano del Seguro Social entre los meses de Enero del 2007 a Marzo del 2018.

### TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al propósito de la investigación, la naturaleza de los problemas y objetivos formulados en el trabajo, el presente estudio corresponde a una investigación cuantitativa y comparativa.

Por las características del diseño es un estudio:

- Observacional: Son estudios de carácter estadísticos y demográficos, ya sean de tipo sociológico o biológico, estudios epidemiológicos en los que no hay intervención por parte del investigador, y éste se limita a medir las variables que define en el estudio.
- Descriptivo: Se describirán los reportes de pacientes que hayan sido sometidos a sometidos coartectomía, stent y angioplastía con balón por diagnóstico de coartación de aorta.
- Estudio retrospectivo: Debido al tiempo en el tiempo que se analiza en el presente, pero con datos del pasado. Su inicio es posterior a los hechos estudiados.
- Longitudinal: Porque investiga al mismo grupo de población de manera repetida a lo largo de un período de meses.
- Unicéntrico: Por el número de sedes.
- Homodémico: Por el grupo a estudiar.

## CRITERIOS DE SELECCIÓN

### **a) Criterios de inclusión:**

1. Pacientes menores de 16 años al momento del estudio.
2. Pacientes con diagnóstico de coartación de aorta, aislada o asociada a otros defectos congénitos cardíacos.
3. Coartaciones aorticas nativas o recoartaciones.
4. Pacientes post tratamiento de coartación aórtica que acudieron al servicio de cardiología pediátrica del Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional La Raza, del Instituto Mexicano del Seguro Social entre los meses de Enero del 2007 a Marzo del 2018.
5. Pacientes que se les realizo cualquier tipo de intervención como tratamiento correctivo (coartectomía, colocación de stent endovascular o angioplastía con balón).
6. Pacientes que se les realizo seguimiento a los 3, 6 y 12 meses post tratamiento.
7. Pacientes con expediente clínico completo disponible.

### **b) Criterios de exclusión:**

1. Pacientes que requirieron otros procedimientos quirúrgicos que implicaron en la corrección del segmento de la coartación.
2. Arteritis conocida o sospechada.
3. Coartación recurrente de la aorta.
4. Pacientes cuyo diagnóstico definitivo fue realizado en hospitales fuera de la institución.
5. Pacientes sin expediente clínico o con expediente incompleto.

### **c) Criterios de eliminación:**

1. Pacientes en quienes no se concrete la recolección de todos los datos para la correcta medición de las variables ya sea por no encontrar asentada la información en el expediente o base de datos.

## VARIABLES DE ESTUDIO

VARIABLES DEPENDIENTES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR/ UNIDAD
Coartación de Aorta	Es un estrechamiento de la arteria aorta que causa una obstrucción al flujo aórtico. Localizándose en la aorta torácica descendente distal al origen de la arteria subclavia izquierda.	Se tomara del expediente el diagnóstico del paciente.	Cualitativa Nominal	1. Si 2. No
Tipo de Coartación aórtica	Segmento aórtico restringido que comprende engrosamiento localizado con formación de tejido en la media que se superpone previa a un tratamiento o posterior a él.	Se tomara del expediente clínico del paciente.	Cualitativa Nominal Dicotómica.	1. Nativa 2. No nativa
Recoartación	Gradiente de presión arterial entre miembros superiores e inferiores mayor a 20 mmHg posterior al procedimiento quirúrgico o intervencionista por reobstrucción de un segmento aórtico.	Se tomará del expediente el gradiente medido entre las extremidades superiores y las posterior al procedimiento quirúrgico o intervencionista.	Cuantitativa Continua	Milímetros de Mercurio (mmHg)
Gradiente de presión arterial sistólico de extremidades	Es la diferencia de presión arterial entre las extremidades superiores y las inferiores.	Se tomará del expediente el gradiente medido entre las extremidades superiores y las inferiores al egreso, durante el seguimiento y en la reintervención.	Cuantitativa Continua	Milímetros de Mercurio (mmHg)

Gradiente pico-pico posterior al procedimiento	Es la diferencia de presiones en sístole previo al sitio de obstrucción y posterior a él.	Se tomará el del expediente el gradiente de presión en mmHg entre la aorta ascendente y descendente posterior al procedimiento.	Cuantitativa Continua	Milímetros de Mercurio (mmHg)
--	---	---	-----------------------	-------------------------------

VARIABLES INDEPENDIENTES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR/ UNIDAD
Sexo	Conjunto de características biológicas que definen al espectro de humanos como masculino y femenino.	Se obtendrá del expediente clínico.	Cualitativa Nominal Dicotómica	1. Masculino 2. Femenino
Edad	Tiempo en que una persona ha vivido, contando a partir del nacimiento.	Se tomarán del expediente y se contará hasta la captura de los datos finales.	Cuantitativa Continua	Años y meses.
Peso	El volumen del cuerpo expresado en kilogramos.	El valor que figure en la báscula del cuerpo expresado en kilogramos al momento del estudio.	Cuantitativa Continua	0 - 100kg
Talla/ Longitud/ Estatura	Medida del eje mayor del cuerpo. La longitud se refiere a la talla obtenida con el paciente en decúbito, en tanto que la estatura se refiere a la talla obtenida con el paciente de pie.	El valor del eje mayor del cuerpo expresado en centímetros al momento del estudio.	Cuantitativa Continua	0-100 cm
Superficie corporal (SC)	Es la medida de la superficie del cuerpo humano.	$ASC (m^2) = (0.0001) (71.84) (Wt \times 0.425) (Ht \times 0.725)$ Donde $Wt$ es peso en Kilogramos, $Ht$ es talla en centímetros. <sup>4</sup>	Cuantitativa	0.1 – 2 m <sup>2</sup>

Presión arterial	Es la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias.	El valor que figure en el esfigmomanómetro expresado en milímetros de mercurio.	Cuantitativa Continua	Milímetros de Mercurio (mmHg)
Método por el que se realizó el diagnóstico	Procedimiento que se llevó a cabo para realizar el diagnóstico.	Datos obtenidos de la historia clínica.	Cualitativa Nominal Politémica	1. Ecocardiograma 2. Angiotomografía 3. Cateterismo Cardíaco 4. Electrocardiograma 5. Otros
Hallazgos al Examen Físico	Signos clínicos que orientan al diagnóstico.	Datos obtenidos de la historia clínica.	Cualitativa Nominal Politémica	1. Discrepancia de pulsos 2. Hipertensión Arterial
Tipo de Procedimiento Terapéutico	Método de ejecutar alguna acción terapéutica correctiva.	Dato obtenido de la historia clínica.	Cualitativa Nominal	Coartectomía  Colocación de stent endovascular  Angioplastia con balón
Técnica Quirúrgica	Ejecución reglada y sincrónica de las maniobras operatorias para el beneficio del paciente.	Dato obtenido de la historia clínica.	Cualitativa Nominal	1. Terminación – terminal simple 2. terminación – terminal ampliada 3. Parche 4. Flap de la subclavia 5. Tubo
Complicaciones	Dificultades procedentes de la concurrencia y encuentro de cosas diversas	Dato obtenido de la historia clínica.  Corto plazo: Complicación	Cualitativa Nominal Politémica	1. 3 meses 2. 6 meses

	relacionadas al procedimiento quirúrgico o intervencionista.	presentada a los 3 meses después del procedimiento.  Mediano plazo: Complicación presentada a los 6 meses después del procedimiento.  Largo plazo: Complicación presentada a los 12 meses después del procedimiento.		3. 12 meses
Malformaciones cardiacas asociadas	Anomalía en el desarrollo, especialmente cuando constituye un defecto estructural relacionado al aparato cardiovascular.	Dato obtenido de la historia clínica.	Cualitativa Nominal Politómica	1. PCA 2. CIV 3. Aorta bivalva 4. Hipoplasia 5. Síndrome
Morbilidad	Proporción de personas que enfermen en un sitio y tiempo determinado por una enfermedad estudiada por los efectos de esta en la población.	Cantidad de pacientes que padecen sintomáticamente de cardiopatías congénitas.	Cuantitativa	Razón
Mortalidad	Cantidad de individuos de una población que mueren por una entidad mórbida en un tiempo determinado.	Cantidad de pacientes fallecidos por cardiopatía congénita.	Cuantitativa	Razón



## **DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO**

Se realizará un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y longitudinal en pacientes pediátricos derechohabientes del IMSS que ingresaron al servicio de cardiología pediátrica del Hospital General Gaudencio González Garza del Centro Médico Nacional La Raza, del Instituto Mexicano del Seguro Social a partir del mes de Enero del 2007 a Marzo del 2018, a los cuales se les diagnosticó de coartación aórtica tanto clínicamente según gradientes de presión arterial entre extremidades superiores e inferiores, así como también por medio de paraclínicos como ecocardiogramas, angiotomografías y angiografías de aorta, con la finalidad de determinar el segmento de dicha estrechez aórtica.

Los datos se obtendrán del expediente clínico del servicio de cardiología pediatría, el cual se encuentra ubicado en el departamento de Archivo de la misma institución, donde con base en los criterios de inclusión y exclusión para dicho estudio se obtendrá la información.

Las hojas de recolección incompletas en su llenado se eliminarán, y las correctas en su llenado, se vaciarán en una base de datos en Excel, para finalmente realizar el análisis estadístico utilizando estadística descriptiva e inferencial, mediante el programa Sigmaplot versión 12.0. Finalmente, se mostrarán los resultados mediante tablas de contingencia y gráficos.

## **PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANALISIS ESTADISTICO**

Los datos obtenidos serán capturados en hoja de datos Excel 2016, para posterior análisis estadístico en programa Sigmaplot v. 12 siendo las variables cualitativas nominales analizadas a través de tablas de frecuencia y porcentajes, las cuantitativas con distribución normal a través de moda, media y desviación estándar y las variables cuantitativas de distribución no normal con mediana, rango, mínimo, máximo, rango.

## **ASPECTOS ÉTICOS**

El presente estudio se apega al manual de las buenas prácticas clínicas y se inscribe dentro de la normativa en relación a la investigación en seres humanos de la coordinación de investigación en salud como a las disposiciones contenidas en el código sanitario en materia de investigación de acuerdo a la Declaración de Helsinki (1964) y sus modificaciones Tokio (1995), Venecia (1983), Hong Kong (1989) y Brasil (2013).

Nuestro objetivo es la revisión de una base de datos previamente existente en el servicio de cardiología pediátrica y del servicio de hemodinámica así como de expedientes clínicos, no se realizará ninguna maniobra invasiva, por lo tanto se apega a lo establecido en la Ley General de Salud.

De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, artículo 17: se considera sin riesgo.

Se asegura el anonimato de los pacientes en la búsqueda de los expedientes clínicos.

Se solicitará mediante la firma del consentimiento informado y carta de asentimiento, la autorización a los familiares para participar en el estudio.

La realización del proyecto no implica problemas éticos ya que se trata de un estudio descriptivo que requiere el análisis de una base de datos y del expediente clínico cumpliendo los criterios de inclusión establecidos respetándose la confidencialidad de los pacientes.

Así también, el reporte de los resultados respeta la confidencialidad de los pacientes.

## **RECURSOS HUMANOS**

Médico residente de segundo año de Cardiología pediátrica, dos médicos adscritos al servicio de cardiología pediátrica y un asesor metodológico.

Se realizará la revisión de la nota de valoración médica de los pacientes reportados como subsecuentes en seguimiento post tratamiento de coartación de aorta. Posteriormente se capturará esta información en una base de datos con la cual realizaremos nuestro análisis y resultados.

## **RECURSOS MATERIALES**

Hoja de recolección de datos, nota de atención médica y base de datos en Excel 2016, para posterior análisis estadístico en programa Sigmaplot v. 12.

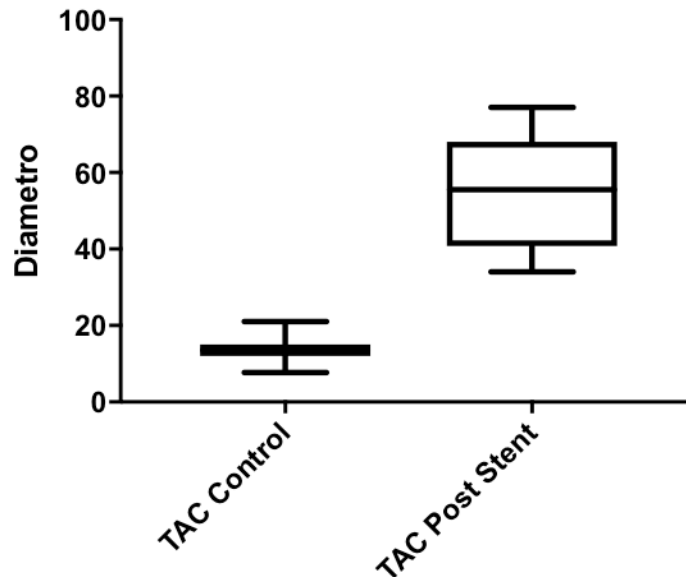
## **RECURSOS FINANCIEROS**

No requeridos.

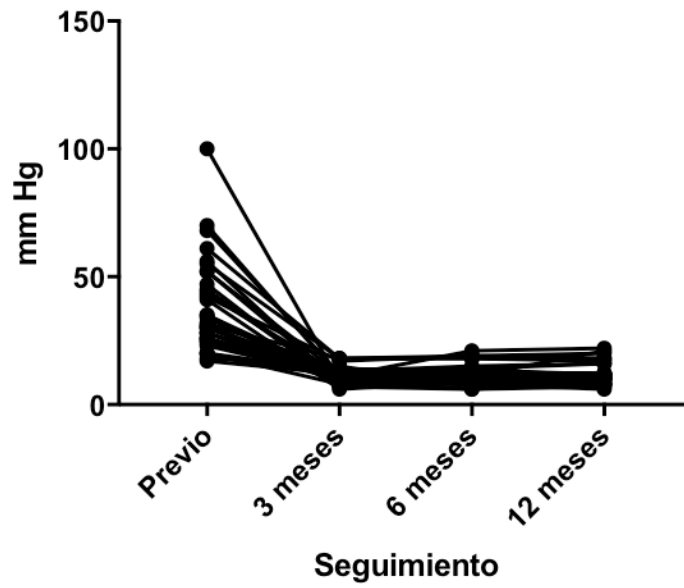
## RESULTADOS

	STENT TYPE				TOTAL	p
	9 X 38	12 X 41	14 X 41	16 X 41		
MALE (n=31)	n=1	n=7	n=6	n=17	79.40%	
FEMALE (n=8)	n=0	n=2	n=1	n=5	20.60%	
AGE	10 + 0	8.2 + 2.4	12.8 + 2.8	11.8 + 2.6	11.1 + 3.0	
WEIGHT	17 + 0	28.5 + 11.5	50.4 + 13.12	51.6 + 18.1	45.1 + 18	
SC	0.7 + 0	0.99 + 0.25	1.45 + 0.21	1.45 + 0.32	1.32 + 0.35	
ARCO	9.3 + 0	11.43 + 1.9	12.25 + 2.16	14.41 + 1.65	13.20 + 2.27	
ISTMO	3 + 0	11.58 + 1.84	10.98 + 2.29	13.18 + 2.65	12.16 + 2.27	
DIAFRAGMA	7.8 + 0	12.31 + 1.54	13.31 + 1.62	15.43 + 2.09	7.02 + 3.44	
ESTRECHEZ	3 + 0	7.18 + 3.09	6.27 + 2.65	7.38 + 3.82	7.02 + 3.44	
DILATACION POS	2 + 0	2 + 1.22	3.42 + 2.43	2.81 + 2.30	2.71 + 2.10	
TX PRE	0%	33%	29%	41%	35.89%	
TX POST	0%	22%	42%	36%	33.33%	
GTE PRE	24 + 0	32.55 + 12.16	40.14 + 19.70	40.90 + 20.41	38.41 + 18.45	
GTE POST	0 + 0	3.11 + 3.48	6.28 + 6.94	2.90 + 3.46	3.48 + 4.33	<0.0001
PROCEDIMIENTO PREVIO	0%	11.11%	28.57%	27.27%	23.07%	
NATIVA	100%	88%	71%	72%	79.485	
ECO GTE MAX 3 MESES	20 + 0	24.33 + 6.28	24.28 + 9.34	242.72 + 5.79	23.30 + 6.44	
ECO GTE MAX 6 MESES	21 + 0	27.57 + 13.87	31.5 + 19.21	21.63 + 9.78	24.22 + 12.38	<0.0001 vs GTE PRE
ECO GTE MAX 12 MESES	19 + 0	27.77 + 10.63	20.66 + 8.45	22.51 + 7.44	23.37 + 8.60	
ECO GTE MED 3 MESES	10 + 0	12.57 + 6.30	13.75 + 7.84	11.26 + 4.8	11.83 + 5.59	
ECO GTE MED 6 MESES	10 + 0	13.44 + 4.66	12.28 + 5.61	11 + 3.0	11.77 + 4	<0.0001 vs GTE PRE
ECO GTE MED 12 MESES	10 + 0	16.0 + 9.11	11 + 5.56	12 + 6.29	12.6 + 6.87	
REINTERVENCION	0%	0%	0%	4.54%	0%	
LESIONES ASOC	0%	22.20%	11%	9%	15.38%	
DIAMETRO TAC CONTROL	7.7 + 0	11.4 + 1.62	13.27 + 1.47	14.37 + 2.39	13.31 + 2.53	
DIAMETRO POST STENT	12 + 0	13.11 + 1.45	15.85 + 1.86	16.36 + 1.17	15.41 + 1.96	<0.0001
AORTA DIAFRAGMATICA	7.1 + 0	11.95 + 1.45	14.32 + 2.06	14.42 + 2.65	13.64 + 2.69	

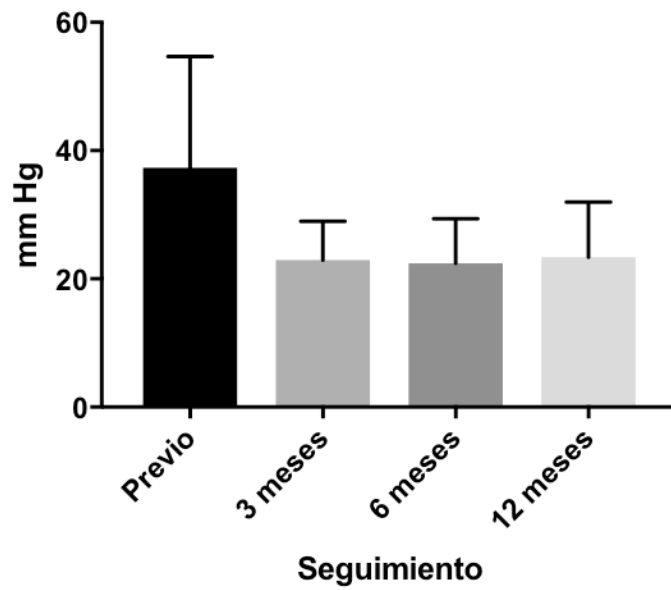
### Diametro de la Estrechez

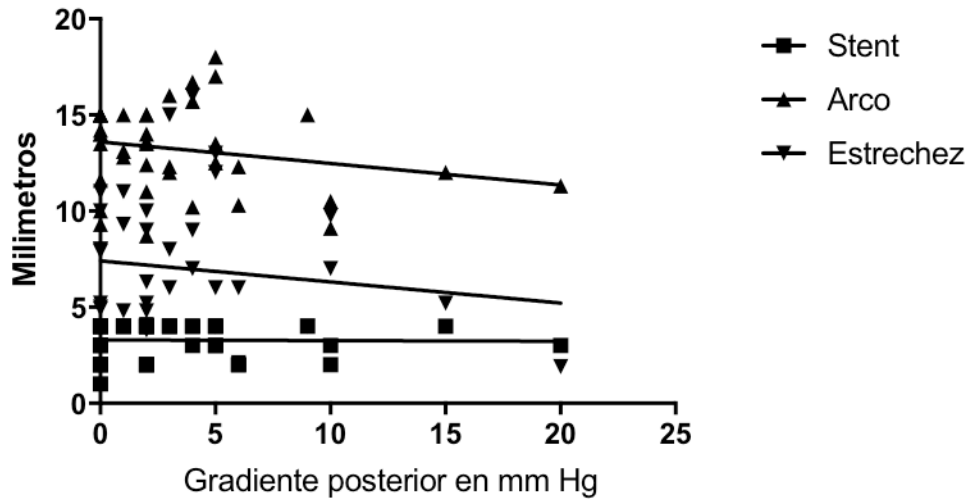


### Gradiente medio por Ecocardiografía

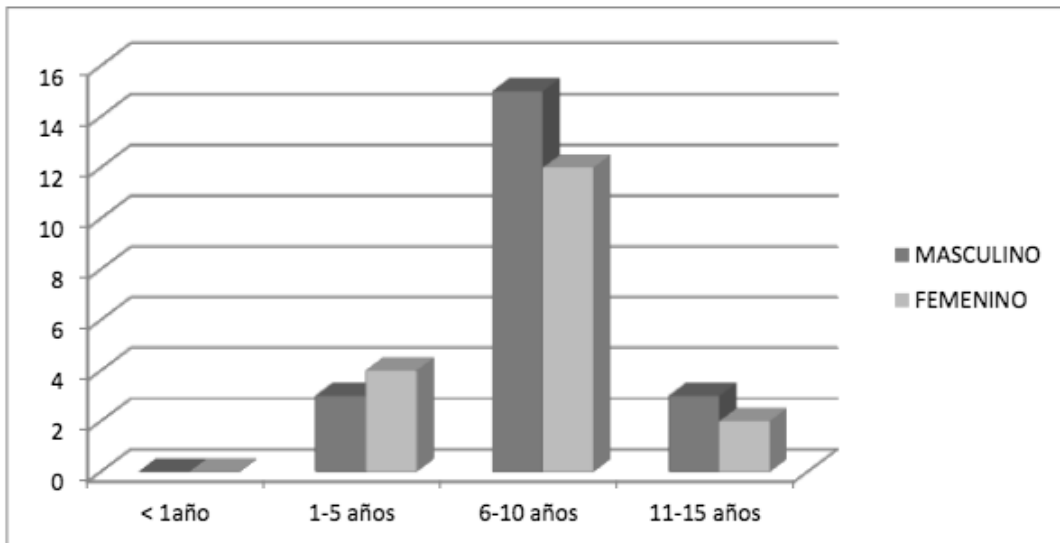


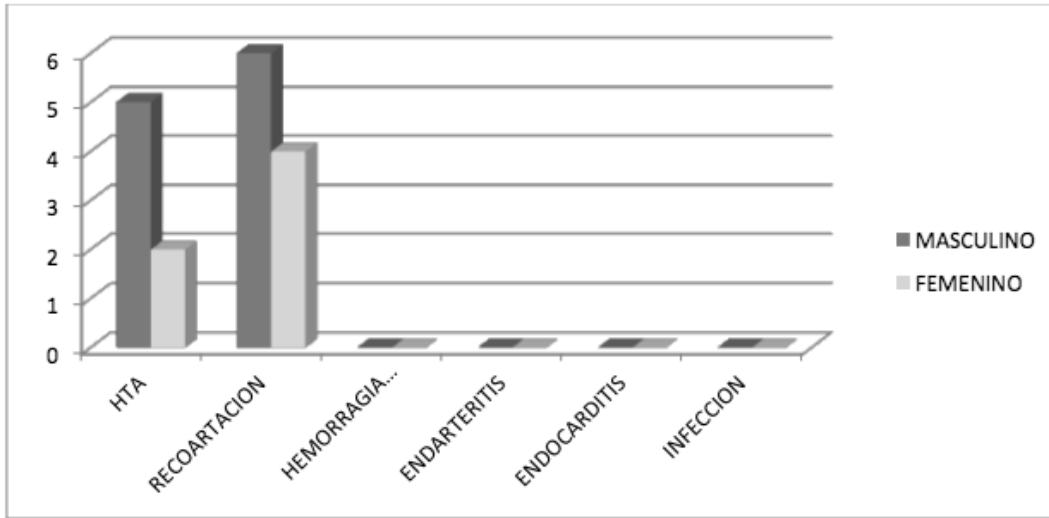
### Gradiente máximo por Ecocardiografía



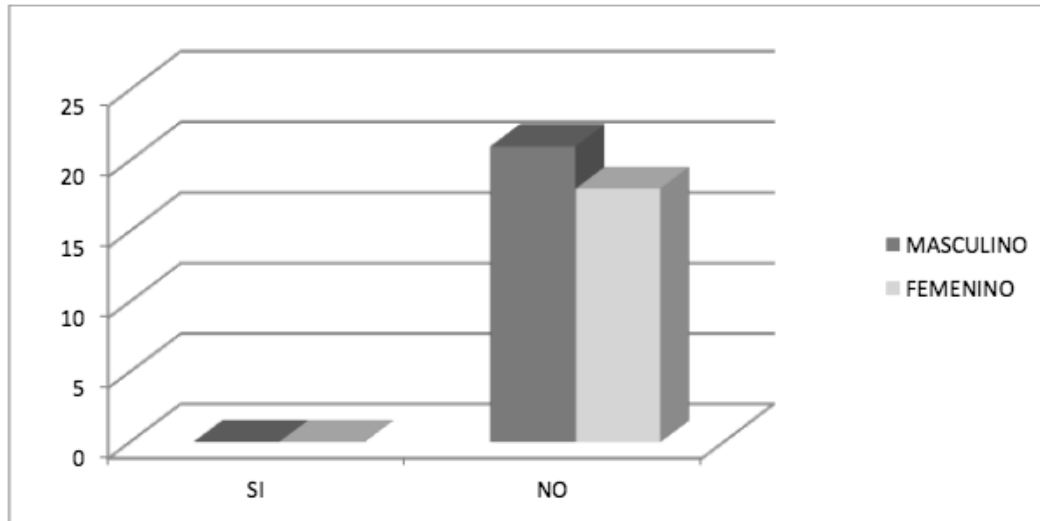


EDAD \ SEXO	MENOR DE 1 AÑO	1-5 AÑOS	6-10 AÑOS	11 A A 15 AÑOS	TOTAL	%
MASCULINO	0	3	15	3	21	53.84
FEMENINO	0	4	12	2	18	46.16
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>39</b>	<b>100</b>





	SI	NO	TOTAL	%
<b>MASCULINO</b>	0	21	<b>21</b>	<b>53.84</b>
<b>FEMENINO</b>	0	18	<b>18</b>	<b>46.16</b>
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>100</b>





## **DISCUSIÓN**

### **Población de pacientes de Stent**

Desde abril 2011 a octubre 2014, se resolvieron 39 casos de coartación y recoartación aórtica mediante el implante de un stent recubierto de politetrafluoroetileno. Las características del paciente, del procedimiento, los hallazgos hemodinámicos y angiográficos, y el estado clínico se registraron en los expedientes y bases de datos de la institución. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los pacientes antes del procedimiento.

### **Stent cubierto Advanta**

El stent Advanta V12 LD (Atrium Medical, NH) es una estructura de acero inoxidable 316L recubierta de PTFE y es expandible con balón. El recubrimiento de PTFE encapsula los puntales del stent tanto en el interior como en el exterior. Se encuentra disponible en tres longitudes (29, 41 y 61 mm) y premontado en globos de 12, 14 y 16 mm de diámetro. El stent se puede dilatar hasta un diámetro máximo de 22 mm y en este diámetro la longitud se acorta en un 25%.

### **Análisis estadístico**

Las variables cualitativas son representadas por porcentajes. El análisis de las variables cuantitativas se hizo mediante pruebas no paramétricas, dada la no normalidad que presentaban los datos. La diferencia entre medias se hizo utilizando la prueba de U de Mann Whitney. El análisis de varianza para variables continuas se completó mediante ANOVA de una vía de medidas repetidas en su versión no paramétrica (o Friedman de medidas repetidas). Se consideraron diferencias significativas  $p < 0.05$ . El análisis se efectuó con el programa Sigmaplot V.12, las gráficas mediante GraphPad Prism V.7.

## Resultados de stent

Como ya hemos mencionado, en tres años se realizaron 39 procedimientos mediante la implantación del stent recubierto en 31 hombres (79.4%) y 8 mujeres (20.6%) menores de 16 años, con una media de edad de  $11,1 \pm 3$  años. La media de peso fue  $45,1 \pm 18$  kgs.

En 31 casos la coartación era nativa (79.4%) y en 8, no nativas (20.6%), que era secundaria a angioplastia con balón (n: ) y a cirugía (n: ). Del total de pacientes solo 5 pacientes (15.38%) presentaban una cardiopatía asociada, dos de ellos tenían estenosis valvular aórtica, uno PCA y otro CIV muscular, uno más con PCA y CIV perimebranosa, y solo uno se asoció con aorta bivalva. En 14 pacientes se manejaba con tratamiento farmacológico previo al procedimiento (35.89%).

El diámetro inicial de coartación fue de  $7.02 \text{ mm} \pm 3,4 \text{ mm}$ , el arco transversal distal fue de  $13,2 \text{ mm} \pm 2,27 \text{ mm}$ , el diámetro del istmo fue de  $12,16 \text{ mm} \pm 2,2 \text{ mm}$ .

La longitud del stent fue de 41 mm montado sobre balones con diámetro de 12-16 mm. En 18 casos (46.1%) se redilató la porción distal con un balón de mayor diámetro. La implantación fue directa, salvo en los casos con obstrucción completa o estenosis muy intensa, en los cuales, además de la técnica referida, se realizó dilatación previa con balones de 3-8 mm de diámetro en 2 casos.

Tras el procedimiento observamos una reducción del gradiente de  $38,41 \pm 18,45$  a  $3.48 \pm 4,33 \text{ mmHg}$  ( $p < 0,0001$ ) y un aumento del diámetro de la luz de  $13,31 \pm 2,53$  a  $15.41 \pm 1,96 \text{ mm}$  ( $p < 0,0001$ ).

No hubo complicaciones locales, salvo en un caso, que presentó disección durante la dilatación previa, que se resolvió espontáneamente.

El seguimiento fue por clínica y estudio con ecocardiograma Doppler a los 3, 6 y 12 meses. Durante este período, los pacientes fueron sometidos a una angiografía por TC que demostro que el stent mantiene la posición y el diámetro sin fracturas, disección ni aneurismas ( $p < 0,0001$ ) (Tabla). El seguimiento por ecocardiografía demostró una reducción significativa del gradiente registrado previo a la implantación del stent ( $p < 0,0001$ ) (Tabla). No se encontraron interferencias entre el tipo de arco, diámetro de la estrechez y el tipo de stent utilizado (Tabla).

Tres pacientes presentaron datos de recoartación por ecocardiografía Doppler a los 12 meses posteriores al procedimiento. Un paciente fue recateterizado a los 6 meses después de la implantación para dilatar aún más el stent para igualar el diámetro del arco transversal.

### **Resultados de Coartectomía**

Existió un total de 39 pacientes evaluados por coartación de aorta, de los cuales un 53.84% pertenecieron al sexo masculino y un 46.16% pertenecieron al sexo femenino. La edad que prevaleció fue la del rango de 6 a 10 años de edad, con un total de 27 pacientes en este rubro, donde 15 fueron del sexo masculino y 12 del femenino. No obstante se pudo comparar que el rango de edad comprendida de 1 a 5 años; tuvo un total de 4 pacientes, predominando las mujeres en este rango de edad; contrario a lo que se observó con el rango comprendido, de 11 y 15 años, donde fue el sexo masculino el que predominó con 3 pacientes, comparados con 2 del sexo opuesto. Epidemiológicamente se pudo verificar con el marco teórico de esta tesis, que es el sexo masculino el que predominó; rango 2:1 con respecto al sexo femenino; del total de pacientes recolectados; 21 fueron del sexo masculinos y 18 del sexo femenino, rango equivalente a 1.16:1 en este estudio.

Se observó que hubo 8 pacientes, cuatro del sexo masculino y cuatro del femenino; que estuvieron tratados o fueron tratados con digoxina, no obstante hay pacientes que aun con tratamiento médico de digoxina, fueron cateterizados, para mejorar el estado hemodinámico del paciente. En 18 pacientes fueron intervenidos por dicho procedimiento, dando un 50% de los pacientes del sexo masculino y un 50% del sexo femenino. Se observa también que hay 11 pacientes que fueron coartatectomizados, 8 del sexo masculino y 3 del sexo femenino, dichos tratamientos en ocasiones fueron de beneficio para los pacientes, pero otras veces tuvieron que ser reintervenidos o seguir con tratamiento, más adelante se analizarán las complicaciones.

Hay un total de 12 pacientes cuyo único tratamiento fue observación, ya que el gradiente que se observó en el ecocardiograma, no causó ninguna alteración

hemodinámica; gradientes de 25 mmHg o menos, incluso pudieron tener gradiente entre 30-35 mmHg, pero si no existe afección hemodinámica, se siguió con observación constante; como se puede observar en la información recabada.

En los tratamientos que se administraron a los pacientes con coartación de aorta, para prevenir sobrecarga de volumen y mejorar la hemodinamia, donde predomina, la digoxina, los diuréticos y los antihipertensivos. Observando 8 pacientes con digoxina, 2 pacientes que tomaron furosemida; 3 con antihipertensivo y 1 con espironolactona. Hubo un total de 11 pacientes de los 39 en estudio, que fueron coartatectomizados. De estos 39 pacientes hubo un total de 7 pacientes que sufrieron o tuvieron hipertensión arterial posterior al tratamiento que se inicio de la patología en estudio, 5 fueron del sexo masculino y 2 del sexo femenino. Se observa que hubo un total de 10 pacientes recoartados, con predominio del sexo masculino 6 contra 4 del sexo femenino. La recoartación ocurre en aproximadamente un 40% de los supervivientes a los 16 años de la intervención; esta complicación se relaciona con la resección incompleta de la lesión (coartación residual), fallo de crecimiento en el lugar de la anastomosis (coartación recurrente) o a una combinación de ambos. Un aumento de la incidencia de recoartación se espera durante el seguimiento a largo plazo. La precocidad de la intervención (menor de dos años) y el bajo peso son factores de riesgo independientes para la recoartación, que en muchas ocasiones puede ser tratada con éxito mediante la dilatación percutánea con balón.

Es importante recordar que se considera al paciente hipertenso, aquel que se observe al momento de evaluación en clínica de cardiología una presión arterial mayor del percentil 95 para la edad y que en esta ocasión son tratados con un inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina, como el cilazapril.

La hipertensión sistémica postoperatoria, en ausencia de coartación residual, parece estar en relación con la duración de la hipertensión antes de la intervención; está ocurre en un 27% de los pacientes después de la cirugía y aumenta su incidencia con la duración del seguimiento. Se relaciona con la edad a la que se intervino, y cuando la intervención se 46 realiza de los dos a los nueve años el 90% permanece normotenso 5 años después y el 25%, 25 años después. En contraste,

aquellos que recibieron cirugía después de la edad de 40 años el 50% presentan hipertensión y muchos de ellos con una presión normal después de la cirugía tienen una respuesta hipertensiva al ejercicio que aumenta su morbimortalidad cardio y cerebrovascular.

Para finalizar se puede mencionar que de los 39 pacientes en estudio, todos tuvieron una evolución adecuada, llevando a la conclusión, de que los pacientes que cursan con coartación de aorta tienen un buen pronóstico si se les da un tratamiento oportuno a los mismos, así mismo, los 12 paciente a quien se les dio tratamiento conservador, no presentaron complicación asociada.

## **CONCLUSIONES**

La evolución clínica de los pacientes post tratamiento de coartación de aorta es adecuada, encontrando un 57% de los pacientes estudiados sin complicaciones. El 33% de los pacientes del sexo femenino tuvieron alguna complicación, posterior al tratamiento de coartación de aorta, comparado con un 52% de los pacientes del sexo masculino. Únicamente 2 complicaciones se establecieron en el estudio, la recoartación de aorta se observó en 10 pacientes posterior al tratamiento y la hipertensión arterial se presentó en 7 pacientes. La incidencia de complicaciones de los pacientes con coartación de aorta es de 43%. El cateterismo cardiaco y la coartatectomía son los procedimientos quirúrgicos que se realizan en pacientes con coartación de aorta, evidenciando un total de 18 pacientes con cateterismo y 11 pacientes con coartatectomía. La clase funcional NYHA tipo I es la que predomina en los pacientes post tratamiento con coartación de aorta.

## BIBLIOGRAFIA

1. Allen HD. Moss & Adams' Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents, Including the Fetus and Young Adult. Wolters Kluwer Health; 2016.
2. Hoschtitzky JA, Anderson RH, Elliott MJ. Chapter 46 - Aortic Coarctation and Interrupted Aortic Arch. In: Paediatric Cardiology. Third Edit. Churchill Livingstone; 2010. p. 945–66.
3. Attie F, Calderón-Colmenero J, Zabal-Cerdeira C, Buendía-Hernández A. Cardiología Pediátrica. Médica Panamericana; 2013.
4. Van der Linde D, Konings EEM, Slager MA, Witsenburg M, Helbing WA, Takkenberg JJM, et al. Birth Prevalence of Congenital Heart Disease Worldwide: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Am Coll Cardiol. 2011;58(21):2241–7.
5. Calderón-Colmenero J, Cervantes-Salazar JL, Curi-Curi PJ, Ramírez-Marroquín S, Cardiopatías D, Instituto C, et al. Problemática de las cardiopatías congénitas en México . Propuesta de regionalización. Arch Cardiol México. 2010;80(2):133–40.
6. Keane JF, Lock JE, Fyler DC. Coarctation of the Aorta. In: Nadas' Pediatric Cardiology. 2nd ed. Saunders; 2006. p. 627–44.
7. Bonnet LM. Sur la lesion dite stenose congenitale de l'aorte dans la region de l'isthme. Rev Med. 1903;23(108,255,335,418):481.
8. Van Praagh R, O'Connor B, Chacko KA. Aortic coarctation. Pathology of the malformation. In: First World Congress of Pediatric Cardiac Surgery, Bergamo. 1988. p. 5.
9. Amato JJ, Galdieri RJ, Cotroneo J V. Role of extended aortoplasty related to the definition of coarction of the aorta. Ann Thorac Surg. 1991;52(3):615–20.
10. Becker MJ, Edwards JE. Anomalies Associated with Coarctation of Aorta Particular Reference to Infancy. Circulation. 1970 Jun 1;41(6):1067–75.

11. Nichols DG, Greeley WJ, Lappe DG, Ungerleider RM, Cameron DE, Spevak PJ, et al. Chapter 27 - Coarctation of the Aorta and Interrupted Aortic Arch. In: *Critical Heart Disease in Infants and Children*. Second Edi. Elsevier Health Sciences; 2006. p. 625–48.
12. Torok RD. Coarctation of the aorta: Management from infancy to adulthood. *World J Cardiol*. 2015;7(11):765.
13. Plunkett MD, Harvey BA, Kochilas LK, Menk JS, St. Louis JD. Management of an Associated Ventricular Septal Defect at the Time of Coarctation Repair. *Ann Thorac Surg*. 2014 Oct 1;98(4):1412–8.
14. Krieger E V, Fernandes SM. Heart Failure Caused by Congenital Left-Sided Lesions. *Heart Fail Clin*. 2014;10(1):155–65.
15. Siu SC, Silversides CK. Bicuspid Aortic Valve Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55(25):2789–800.
16. Peng DM, Punn R, Maeda K, Tierney ESS. Diagnosing neonatal aortic coarctation in the setting of patent ductus arteriosus. *Ann Thorac Surg*. 2016;101(3):1005–10.
17. Tateishi A, Kawada M. Abbott's Artery in Coarctation of the Aorta. *Ann Thorac Surg*. 2010 Oct 1;90(4):1367.
18. Yokoyama U, Ichikawa Y, Minamisawa S, Ishikawa Y. Pathology and molecular mechanisms of coarctation of the aorta and its association with the ductus arteriosus. *J Physiol Sci*. 2017 Mar;67(2):259–70.
19. Yokoyama U, Minamisawa S, Shioda A, Ishiwata R, Jin M-H, Masuda M, et al. Prostaglandin E Inhibits Elastogenesis in the Ductus Arteriosus via EP4 Signaling. *Circulation*. 2014 Jan 28;129(4):487–96.
20. Dijkema EJ, Leiner T, Grotenhuis HB, Wilhelmina U. Diagnosis , imaging and clinical management of aortic coarctation. 2017;(Lv):1148–55.
21. Goudar SP, Shah SS, Shirali GS. Echocardiography of coarctation of the aorta, aortic arch hypoplasia, and arch interruption: Strategies for evaluation of the aortic arch. *Cardiol Young*. 2016;26(8):1553–62.

22. Budoff MJ, Shittu A, Roy S. Use of cardiovascular computed tomography in the diagnosis and management of coarctation of the aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;146(1):229–32.
23. Darabian S, Zeb I, Rezaeian P, Razipour a, Budoff M. Use of noninvasive imaging in the evaluation of coarctation of aorta. *J Comput Assist Tomogr.* 2013;37(1):75–8.
24. Riesenkampff E, Fernandes JF, Meier S, Goubergrits L, Kropf S, Schubert S, et al. Pressure fields by flow-sensitive, 4D, velocity-encoded CMR in patients with aortic coarctation. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2014;7(9):920–6.
25. Coceani F, Olley PM. The Response of the Ductus Arteriosus to Prostaglandins. *Can J Physiol Pharmacol.* 1973;51(3):220–5.
26. Leoni F, Huhta JC, Douglas J, MacKay R, de Leval MR, Macartney FJ, et al. Effect of prostaglandin on early surgical mortality in obstructive lesions of the systemic circulation. *Br Heart J.* 1984 Dec 1;52(6):654 LP-659.
27. Cowley CG, Orsmond GS, Feola P, McQuillan L, Shaddy RE. Long-term, randomized comparison of balloon angioplasty and surgery for native coarctation of the aorta in childhood. *Circulation.* 2005;111(25):3453–6.
28. Centella T, Stanescu D, Stanescu S. Coartación aórtica. Interrupción del arco aórtico. *Cir Cardiovasc.* 2014;21(2):97–106.
29. Galiñanes EL, Krajcer Z. Most Coarctations , Recoarctations , and Coarctation-Related Aneurysms Should Be Treated Endovascularly. *Aorta.* 2015;3(August):136–9.
30. Parra-bravo JR, Reséndiz-balderas M, Francisco-candelario R, García H, Chávez-fernández MA, Beirana-palencia LG. Angioplastía con balón de la coartación aórtica nativa en niños menores de 12 meses: resultado inicial y a mediano plazo. *Arch Cardiol México.* 2007;77:217–25.
31. Pushparajah K, Sadiq M, Brzeziska-Rajszyz G, Thomson J, Rosenthal E, Qureshi SA. Endovascular stenting in transverse aortic arch hypoplasia. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013;82(4):491–9.



32. Baim DS, Grossman W. Grossman's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention. Eighth Edi. Lippincott Williams & Wilkins, editor. 2006.
33. Singer MI, Rowen M, Dorsey TJ. Transluminal aortic balloon angioplasty for coarctation of the aorta in the newborn. *Am Heart J.* 1982;103(1):131–2.
34. Rao PS, Galal O, Smith PA, Wilson AD. Five-to nine-year follow-up results of balloon angioplasty of native aortic coarctation in infants and children. *J Am Coll Cardiol.* 1996;27(2):462–70.
35. Harris KC, Du W, Cowley CG, Forbes TJ, Kim, Dennis W CCISC. A prospective observational multicenter study of balloon angioplasty for the treatment of native and recurrent coarctation of the aorta. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2014;83(7):1116–23.
36. Choy M, Rocchini AP, Beekman RH, Rosenthal A, Dick M, Crowley D, et al. Paradoxical hypertension after repair of coarctation of the aorta in children: balloon angioplasty versus surgical repair. *Circulation.* 1987;75(6):1186–91.
37. Forbes TJ, Kim DW, Du W, Turner DR, Holzer R, Amin Z, et al. Comparison of surgical, stent, and balloon angioplasty treatment of native coarctation of the aorta: An observational study by the CCISC. *J Am Coll Cardiol.* 2011;58(25):2664–74.
38. Adjagba PM, Hanna B, Miró J, Dancea A, Poirier N, Vobecky S, et al. Percutaneous angioplasty used to manage native and recurrent coarctation of the aorta in infants younger than 1 year: immediate and midterm results. *Pediatr Cardiol.* 2014;35(7):1155–61.
39. Feltes TF, Bacha E, Beekman RH, Cheatham JP, Feinstein JA, Gomes AS, et al. Indications for cardiac catheterization and intervention in pediatric cardiac disease: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2011;123(22):2607–52.
40. Brzezinska-Rajszyś G. Stents in treatment of aortic coarctation and recoarctation in small children. *Int J Cardiol.* 2018;40–1.
41. Mery CM, Guzmán-Pruneda FA, Carberry KE, Watrin CH, McChesney GR,

- Chan JG, et al. Aortic arch advancement for aortic coarctation and hypoplastic aortic arch in neonates and infants. *Ann Thorac Surg*. 2014;98(2):625–33.
42. Truong DT, Tani LY, Minich LL, Burch PT, Bardsley TR, Menon SC. Factors associated with recoarctation after surgical repair of coarctation of the aorta by way of thoracotomy in young infants. *Pediatr Cardiol*. 2014;35(1):164–70.
  43. Roeleveld PP, Zwijsen EG. Treatment Strategies for Paradoxical Hypertension Following Surgical Correction of Coarctation of the Aorta in Children. *World J Pediatr Congenit Hear Surg*. 2017;8(3):321–31.
  44. Kenny D, Polson JW, Martin RP, Paton JFR, Wolf AR. Hypertension and coarctation of the aorta: an inevitable consequence of developmental pathophysiology. *Hypertens Res*. 2011;34(5):543.
  45. Daniels SR. Repair of coarctation of the aorta and hypertension: does age matter. *Lancet*. 2001;358(9276):89.
  46. Brown ML, Burkhart HM, Connolly HM, Dearani JA, Cetta F, Li Z, et al. Coarctation of the aorta: lifelong surveillance is mandatory following surgical repair. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(11):1020–5.
  47. Canniffe C, Ou P, Walsh K, Bonnet D, Celermajer D. Hypertension after repair of aortic coarctation—a systematic review. *Int J Cardiol*. 2013;167(6):2456–61.
  48. O’Sullivan J. Late hypertension in patients with repaired aortic coarctation. *Curr Hypertens Rep*. 2014;16(3):421.
  49. Murakami T. Enhanced Aortic Pressure Wave Reflection in Patients with Aortic Coarctation after Aortic Arch Repair. *Pulse*. 2017;5(1–4):82–7.
  50. Vigneswaran T V, Sinha MD, Valverde I, Simpson JM, Charakida M. Hypertension in Coarctation of the Aorta: Challenges in Diagnosis in Children. *Pediatr Cardiol*. 2017;1–10.

## ANEXO 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

### RESULTADOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO EN EL TRATAMIENTO DE LA COARTACIÓN AÓRTICA CON ANGIOPLASTIA, STENT Y COARTECTOMÍA EN UNA POBLACIÓN PEDIÁTRICA DEL CENTRO MEDICO NACIONAL "LA RAZA"

Actividad	E n e r o 2 0 1 8	F e r e r o 2 0 1 8	M a r z o 2 0 1 8	A b r i l 2 0 1 8	M a y o 2 0 1 8	J u n i o 2 0 1 8	J u l i o 2 0 1 8	A g o s t o 2 0 1 8	S e p t i e m b r e 2 0 1 8	O c t u b r e 2 0 1 8	N o v i e m b r e 2 0 1 8	D i c i e m b r e 2 0 1 8	E n e r o 2 0 1 9
Revisión de literatura													
Elaboración del protocolo													
Revisión del proyecto													
Aprobación por el comité													
Etapas de ejecución													
Elaboración de base de datos													
Captura y análisis de datos													
Elaborar el informe final													
Entrega de tesis													

## ANEXO 2. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN  
Y POLITICAS DE SALUD  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD  
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO  
(NIÑOS Y PERSONAS CON DISCAPACIDAD)**

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del estudio:	Resultados A Corto, Mediano Y Largo Plazo En El Tratamiento De La Coartación Aortica Con Angioplastia, Stent Y Coartectomía En Una Población Pediátrica Del Centro Medico Nacional "La Raza"						
Patrocinador externo (si aplica):	No aplica						
Lugar y fecha:	Ciudad de México						
Número de registro:	Pendiente						
Justificación y objetivo del estudio:	Uno de los problemas que con mayor frecuencia se presentan en nuestro país es el retraso en el diagnóstico oportuno de las enfermedades del corazón y por ende el retraso en la atención médica. Particularmente, en lo que respecta a la estrechez de la aorta, es pertinente comentarle que existe aún controversia en el tratamiento de elección. Objetivo: Comparar cual tratamiento es más seguro para tratar la estrechez de la aorta en los niños hospitalizados en CMN "La Raza".						
Procedimientos:	Si usted participa en el estudio ocurrirá lo siguiente: Se revisara el expediente clínico y evolución clínica a los 3, 6 y 12 meses de su familiar.						
Posibles riesgos y molestias:	No se realizan procedimiento que impliquen riesgo físico alguno del paciente. Es un estudio sin riesgo.						
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Vigilancia estrecha de su enfermedad y por ende mejora en el tratamiento.						
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	La información se mantendrá a su disposición durante todo el transcurso del estudio.						
Participación o retiro:	La decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria. No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la participación. Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee.						
Privacidad y confidencialidad:	La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada participante será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.						
En caso de colección de material biológico (si aplica):	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>No autoriza que se tome la muestra.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Si autorizo que se tome la muestra para este estudios y estudios futuros.</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	No autoriza que se tome la muestra.	<input type="checkbox"/>	Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.	<input type="checkbox"/>	Si autorizo que se tome la muestra para este estudios y estudios futuros.
<input type="checkbox"/>	No autoriza que se tome la muestra.						
<input type="checkbox"/>	Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.						
<input type="checkbox"/>	Si autorizo que se tome la muestra para este estudios y estudios futuros.						
Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (si aplica):	No aplica.						
Beneficios al término del estudio:	Se lograra establecer un tratamiento definitivo para la corrección de la coartación de aorta que le convenga más a su familiar.						
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:							
Investigador Responsable:	Dr. Hugo Fenni Noria Medina. Teléfono: 55 4488 7999						
Colaboradores:	Dr. Eder Piñeiro Rayas. Teléfono: 61 8134 0833						
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: <a href="mailto:comision.etica@imss.gob.mx">comision.etica@imss.gob.mx</a> y/o al Comité de Ética en Investigación en Salud de UMAE Hospital General Dr. Gaudencio Garza, CMN La Raza Av. Jacarandas s/n, col La Raza. Delegación Azcapotzalco, CdMx. Y a la Dirección de Educación e Investigación en Salud. Tel 57245900 ext 24428							

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de ambos padres o tutores o representante legal

Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Nombre, dirección, relación y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Testigo 2

\_\_\_\_\_  
Nombre, dirección, relación y firma

Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación, sin omitir información relevante del estudio.

**Clave: 2810-009-013**

### ANEXO 3. CARTA DE ASENTIMIENTO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

**Título de la investigación:** RESULTADOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO EN EL TRATAMIENTO DE LA COARTACIÓN AÓRTICA CON ANGIOPLASTIA, STENT Y COARTECTOMÍA EN UNA POBLACIÓN PEDIÁTRICA DE LA UMAE DEL CENTRO MEDICO NACIONAL "LA RAZA"

Lugar: Ciudad de México, México.

Fecha: Julio 2018

Tus papás previamente han autorizado tu participación en este estudio, pero nos gustaría saber tu qué opinas.

Esta investigación consiste en usar información de tu expediente, incluyendo los resultados de estudios de imagen que se te realizaron hace algún tiempo, no será necesario realizarte nuevas pruebas.

Tu participación no te causara ninguna molestia y ayudara a tener más información sobre tu enfermedad llamada: "coartación de la aorta" y así ayudarte a ti y otros niños.

¿Aceptas participar?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si aceptas escribirte en la siguiente línea tu nombre completo y edad:

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

## ANEXO 4:HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

<b>Hoja de Recolección de los resultados a corto, mediano y largo plazo en el tratamiento de la coartación aortica con angioplastia, stent y coartectomía en una población pediátrica del Centro Médico Nacional “La Raza”</b>																							
HOJA 1 DE RECOLECCION DE DATOS																							
					SOMATOMETRIA				TIPO DE COARTACION						TECNICA QUIRURGICA								
					PESO	TALLA	SC	TA S/D	NATIVA	NO NATIVA	DEFECTOS ASOCIADOS												
No.	NOMBRE	NSS	EDAD	FARMA							PCA	CIV	AO BIVAL.	HIPOPLASIA	SX TURNER	PARCHE	FLAP DE SUBCLAVIA	T-T SIMPLE	T-T AMPLIADA	TUBO	ANGIOPLASTIA	STENT	
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							