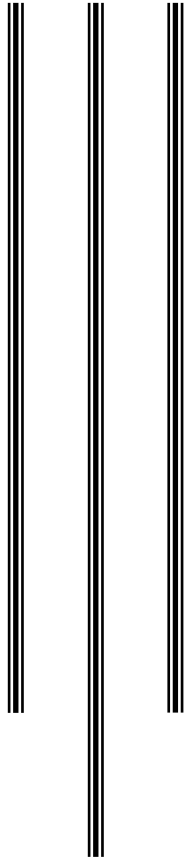




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ



Epidemiología de hipertensión arterial  
sistémica en población con  
reparación de coartación aórtica  
dentro del Hospital Infantil de  
México Federico Gómez durante  
2010-2020

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN :

PEDIATRÍA

**P R E S E N T A:**

**Dr. Emilio Contreras Díaz de León**

**TUTORES:**

**Dra. Ma. Del Rosario Becerra Becerra  
Dr. En Ciencias. Horacio Márquez González**



**CIUDAD DE MÉXICO**

**FEBRERO 2024**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**Hospital Infantil de México Federico Gómez**

**Instituto Nacional de Salud**

**Ciudad de México, 2 de junio de 2023**

Hoja de recolección de firmas del protocolo de tesis: "Epidemiología de hipertensión arterial sistémica en población con reparación de coartación aórtica dentro del Hospital Infantil de México Federico Gómez durante 2010-2020".

Dr. Sarbelio Moreno Espinosa

**Director de Enseñanza y Desarrollo Académico**

**Hospital Infantil de México Federico Gómez**

Dra. Ma. Del Rosario Becerra Becerra

**Jefa de Servicio de Ecocardiografía Pediátrica**

**Hospital Infantil de México Federico Gómez**

Dr. En C. Horacio Márquez González

**Jefe del Departamento de Investigación Clínica**

**Hospital Infantil de México Federico Gómez**

## DEDICATORIA

A mi esposa Alica por ser parte indispensable en mi vida, incluyendo este logro profesional. Gracias por ser mi fuente de inspiración, mi fortaleza para seguir adelante y permitirme compartir a tu lado grandes momentos, te amo.

A mis padres por haberme forjado como una persona con reglas y libertades, motivandome en todo momento para alcanzar mis objetivos. Muchos de mis logros se los debo a ustedes, entre ellos este. A mi hermano, Guillermo quien siempre ha estado presente para impulsarme a seguir adelante, siempre festejando los éxitos del otro como propios. A Max, quien sin hablar me enseñó que una pelota y una fiel amistad pueden contra cualquier problema, los llevo siempre en mi corazón.

A mis compañeros de guardia, con quienes he compartido los mejores y los peores momentos de la residencia. Quienes me han demostrado que al final de una terrible jornada, todo estará bien y nunca estaremos solos. Se han convertido en parte de mi y para todos ustedes, mi eterna gratitud.

Por último, pero no menos importante. A mis tutores Ma. Del Rosario Becerra y Horacio Márquez, quienes en todo momento demostraron su compromiso con este proyecto y gracias a su apoyo y amplia experiencia, se concluyó con éxito.

# ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ANTECEDENTES</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>MARCO TEÓRICO</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>Coartación Aórtica</b> .....                                   | <b>8</b>  |
| Generalidades.....  | 8         |
| Epidemiología .....   | 9         |
| Etiopatogenia .....   | 9         |
| Clasificación .....   | 10        |
| Cuadro Clínico .....  | 11        |
| Diagnóstico.....  | 11        |
| Tratamiento .....   | 13        |
| Complicaciones posteriores al tratamiento .....                   | 14        |
| <b>Hipertensión Arterial Sistémica en Pediatría</b> .....         | <b>15</b> |
| Generalidades.....  | 15        |
| Epidemiología .....   | 16        |
| Etiopatogenia .....   | 17        |
| Cuadro Clínico .....  | 17        |
| Diagnóstico.....  | 18        |
| Tratamiento .....   | 19        |
| <b>Hipertensión Arterial Sistémica y Coartación Aórtica</b> ..... | <b>19</b> |
| <b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b> .....                            | <b>22</b> |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN</b> .....           | <b>23</b> |
| <b>HIPÓTESIS</b> .....  | <b>24</b> |
| <b>OBJETIVO GENERAL</b> .....                                     | <b>25</b> |
| <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....                                | <b>25</b> |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....                                 | <b>26</b> |
| <b>Diseño:</b> .....  | <b>26</b> |
| <b>Periodo:</b> .....   | <b>26</b> |
| <b>Universo, población y tamaño de la muestra:</b> .....          | <b>26</b> |
| <b>Criterios de selección:</b> .....                              | <b>27</b> |
| <b>Plan de análisis estadístico:</b> .....                        | <b>28</b> |
| <b>DESCRIPCIÓN DE VARIABLES</b> .....                             | <b>29</b> |
| <b>RESULTADOS DEL ESTUDIO</b> .....                               | <b>30</b> |
| <b>DISCUSIÓN</b> .....  | <b>33</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CONCLUSIÓN.....</b>                 | <b>35</b> |
| <b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....</b> | <b>36</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b> | <b>37</b> |
| <b>LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....</b>   | <b>42</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                     | <b>43</b> |

## ANTECEDENTES

La coartación aórtica (CoA) es una patología que se dio a conocer durante las décadas de 1750 y 1760, en donde Meckel y Giovan Batista Morgagni describieron de manera aislada la presencia en autopsias de una obstrucción en la arteria aorta proxima al ligamento arterioso.<sup>1</sup> Pero no fue sino hasta los años de 1800 cuando en París, Francia se describen de manera precisa los hallazgos de la coartación aórtica. Siendo hasta 1833 cuando Legrand hace la primera correlación clínico patológica de la enfermedad haciendo por primera vez en la historia el diagnóstico en un paciente vivo.

Posterior a su descubrimiento, L.M. Bonnet en el año de 1903 propone su primera clasificación basandose en la anatomía y la edad de presentación siendo de tipo preductal durante la infancia o postductal en la adultez.<sup>2</sup> Años más tarde la clasificación de Bonnet fue descartada para clasificar a la coartación aórtica como la conocemos actualmente; en función de la edad, el segmento de presentación y la presencia o no de lesiones asociadas.<sup>3</sup>

El 19 de octubre de 1944 en Hospital Sabbatsberg de Estocolmo Clarence Crafoord realizara la primera corrección quirúrgica exitosa de una coartación aórtica en un paciente masculino de 11 años de edad quien cursaba con elevación en la presión arterial sistémica en la parte superior de su cuerpo; la cirugía tuvo una duración de 6 horas con un pinzamiento aórtico de 2 horas, la evolución del paciente en el postoperatorio reportado fue favorable. <sup>4</sup>

Durante 1945 cuando los reportes de las tres cirugías exitosas realizadas por Crafoord se publicaron en el "Journal of Thoracic Surgery", Robert Gross realizó el mismo procedimiento en un paciente masculino de 5 años de edad quien posterior

al despinzamiento aórtico falleció. Se concluyó como causa de la muerte un despinzamiento apresurado de la aorta y fue hasta el 6 de julio de 1945 cuando el mismo Robert Gross realizara con éxito la primera corrección de coartación aórtica en los Estados Unidos de América. <sup>4-5</sup>

Edwards y colaboradores fueron de los primeros en analizar los cambios estructurales que presentaban los pacientes posterior a una corrección quirúrgica, y fue en el año de 1948 cuando describen cambios en el engrosamiento de la capa íntima y capa media de la aorta capaces de incrementar los índices de morbilidad e incluso mortalidad en pacientes postoperados. <sup>5</sup>

Años más tarde, en 1970 Berry y Tawes reportaron la acumulación anómala de mucopolisacáridos observados en muestras resecaadas durante correcciones de coartación aórtica capaces de alterar la hemodinamia al punto de generar hipertensión arterial sistémica (HAS) y aumentando así el riesgo de una recoartación. <sup>5</sup>

La HAS persistente fue puntualizada por Maron y colaboradores en 1973 y por Shinebourne y colaboradores en 1976, descrita como hipertensión no asociada a recoartación o patología renal y fue asociada a una función anormal del sistema renina-angiotensina-aldosterona. <sup>6</sup>

Existen reportes internacionales sobre la incidencia de HAS en pacientes post operados de CoA, en ellos se han evaluado la edad al momento de la corrección, la presencia de un gradiente significativo y el tiempo de seguimiento. Todos ellos con resultados y conclusiones variables que se resumen en la Tabla 1.<sup>36</sup>



## MARCO TEÓRICO

### Coartación Aórtica

#### Generalidades

Se define como la presencia de un estrechamiento en la porción torácica de la arteria aorta y que generalmente se localiza en el punto de inserción del ducto arterioso, distal a la arterial subclavia izquierda. La estrechez puede ser discreta con afección de porciones largas de la aorta o manifestarse en secciones cortas de la misma con una apariencia turtuosa.

A nivel morfológico, se describe a la coartación aórtica como un tejido ductal con un plegamiento hacia posterior, en donde se observan elementos de las capas íntima y media rodeando la totalidad de la circunferencia de la aorta. <sup>7</sup> (Fig.1).

Es considerada una aortopatía difusa que a nivel histológico se aprecia una evidente lesión de la capa íntima con un acumulo de fibrina que tiende a ocasionar un engrosamiento progresivo y transformación en las células musculares lisas, daño endotelial e inflamación. Paradójicamente, es posible evidenciar zonas quísticas con la aparición de fibras elásticas que a nivel macroscópico tienden a la dilatación y formación de aneurismas aorticos. <sup>8</sup>

No existe una causa precisa de la coartación aortica, sin embargo, se han propuesto diferentes teorías siendo entre las más novedosas el involucro de una o más alteraciones genéticas, esto debido a la alta prevalencia en pacientes con Síndrome de Turner, Síndrome de DiGeorge, Síndrome de Noonan, entre otros.<sup>9</sup>

## **Epidemiología**

La coartación aórtica representa entre un 5-8% de las cardiopatías congénitas estimándose a nivel internacional una prevalencia de 0.2 por cada 1000 nacidos vivos, con una relación 2:1 hombres y mujeres.<sup>10</sup> En nuestro país la coartación aórtica se encuentra entre las primeras cuatro cardiopatías congénitas más frecuentes dentro de la población mexicana, justo después de la persistencia del conducto arterioso, la comunicación interauricular y la comunicación interventricular.<sup>11</sup>

## **Etiopatogenia**

Clásicamente se describen tres teorías sobre la etiología de la coartación aórtica:

- 1) Teoría hemodinámica: se explica por cambios durante la vida fetal en los patrones de flujos sanguíneo a nivel del istmo, con lo que no solamente se ve afectada la morfología final de la aorta, si no también las malformaciones en el ventrículo izquierdo que comunmente coexisten en una coartación aórtica.
- 2) Teoría embriogénica: el aro aórtico posee ramas provenientes del cuarto arco faríngeo durante el proceso de maduración embriológica. Estas estructuras adoptan un desarrollo simétrico con migración en sentido cefálico y sufren de un proceso de regresión hasta alcanzar la madurez. Alteraciones en este proceso como la hipoplasia, la interrupción en la migración o la coartación del arco distal entre arterias carótida y subclavia izquierdas da como resultado una reducción a momento del cierre ductal <sup>12</sup> y
- 3) Teoría de Skoda: en base a la observación histopatológica de un infiltrado de celularidad muscular lisa formando un anillo circunferencial del tejido ductal al interior de la aorta, concluyendo en un estrechamiento progresivo de la luz vascular. <sup>13</sup>

## Clasificación

En sus primeras descripciones, la coartación aórtica fue dividida por Bonnet en dos categorías simples; la forma infantil y la forma adulta. Sin embargo, al tener mejor entendimiento de la patología y un mayor número de reporte de casos en donde el cuadro clínico y las complicaciones no parecían distinguir entre una u otra división, la clasificación de Bonnet fue anulada.

Actualmente la clasificación más aceptada se basa en la localización del segmento en donde la coartación se encuentra presente, pudiendo ser: 1) Preductal en donde la obstrucción es próxima al conducto arterioso y de ser lo suficientemente severa puede ser letal por su dependencia del propio conducto arterioso, 2) Yuxtaductal, encontrándose a nivel de la aorta descendente distal, justo en el origen de la arteria subclavia izquierda y siendo esta la localización más frecuente o 3) Post ductal, que al presentarse distal a la inserción del conducto arterioso, la repercusión hemodinámica no suele ser tan agresiva, brindando tiempo suficiente para la formación de circulación colateral, por ende es más común encontrarla en pacientes que llegan a la edad adulta.<sup>7</sup>

Otra parte importante de la clasificación es definir si se trata de una coartación simple definida como la ausencia de lesiones cardíacas secundarias o complejas, en donde la lesión asociada más frecuente es la válvula aórtica bicúspide y por su forma de presentación grave, suelen diagnosticarse precozmente y tienen un peor pronóstico.

## **Cuadro Clínico**

La presentación en una coartación aórtica es en función de la edad de presentación, el grado de estrechamiento del istmo aórtico y la presencia o ausencia de cardiopatías congénitas asociadas. Suele manifestarse en su forma más aguda y grave durante el periodo neonatal, justo cuando ocurre el cierre del ductus y el flujo se obstruye súbitamente y aparecen signos clínicos de insuficiencia cardíaca, acidosis e incluso choque cardiogénico culminando en la muerte del paciente (Fig. 2).<sup>14</sup> La discrepancia de pulsos es quizá el signo más conocido en una coartación aórtica, esto secundario a un incremento en la presión sistólica en miembros superiores y disminución en los inferiores, precisamente por debajo del nivel donde se localiza la coartación. El soplo característico es un soplo sistólico, siendo percibido con mayor facilidad en borde esternal izquierdo, pudiendo irradiarse hacia región interescapular izquierda. En el grupo de edad definido como lactante, 28 días a 24 meses de vida, se debe sospechar ante la presencia de falla de medro, diaforesis, cansancio al momento de la alimentación y taquipnea.<sup>15</sup>

Algunos pacientes pueden vivir gran parte de su vida asintomáticos debido a un estrechamiento menos significativo o el desarrollo durante su vida postnatal de circulación colateral, en estos la presentación clínica incluye a la HAS un soplo durante la exploración física, claudicación de extremidades inferiores, capacidad física disminuida, arritmias, pulsos débiles o ausentes a nivel femoral, extremidades inferiores hipotérmicas.

## **Diagnóstico**

Si bien en pacientes mayores el diagnóstico no suele ser un reto diagnóstico para personal entrenado, se estima que hasta un 85% de coartaciones aórticas no se

diagnóstican en pacientes pediátricos referidos por signos clínicos como soplos o HAS. La radiografía de tórax tiene una baja sensibilidad, sin embargo ésta puede ofrecer información valiosa que eleve la sospecha diagnóstica del médico tratante. Los hallazgos como una convexidad hacia la izquierda de la aorta descendente con un alargamiento de la arteria suclavia izquierda observada en pacientes menores y muescas en arcos costales secundario a la formación de circulación colateral son los más frecuentes.<sup>15</sup>

Idealmente el diagnóstico puede realizarse desde el primer trimestre de la gestación, el diagnóstico prenatal reduce las tasas de morbi-mortalidad durante la etapa neonatal.<sup>16</sup> Recientemente se considera al ultrasonido prenatal como una herramienta de escrutinio primaria y todo paciente con factores de riesgo, historia clínica familiar de cardiopatías o neonatos con discrepancia en pulsos comprobados por un profesional de la salud deben ser referido a un tercer nivel de atención para una pronta valoración ecocardiográfica.<sup>17</sup>

Se considera a la coartación aórtica como la cardiopatía congénita con mayor tasa de diagnósticos prenatales perdidos debido a la alta experiencia necesaria por el médico para identificarlo en estudios ultrasonográficos de seguimiento obstétrico, reflejando un diagnóstico más tardío durante la etapa postnatal.<sup>18</sup>

La ecocardiografía es la herramienta diagnóstica de primera elección cuando se sospecha de coartación aórtica dada su seguridad, disponibilidad y posibilidad de brindarle al médico información valiosa sobre la función cardíaca, la condición hemodinámica del paciente y posibles anomalías valvulares que suelen complicar la patología primaria.<sup>19</sup>

La tomografía computarizada ofrece como ventaja la posibilidad de apreciar estructuras tanto intracardiacas como extracardiacas, teniendo como principal deventaja la cantidad de radiación que puede recibir el paciente y la imposibilidad de ofrecer presión de gradiente a lo largo de la coartación, ofreciendo información hemodinámica bastante limitada.<sup>20</sup> La resonancia magnética cardiaca ofrece información estructural como la morfología aórtica, el grado de estenosis y su localización precisa, la anatomía del arco aórtico, el itsmo y la dilatación posterior a la estenosis. Al ser un estudio libre de radiación ionizante se prefiere como estudio imagenológico no invasivo de preferencia para el diagnóstico y el seguimiento de la coartación aórtica.

El cateterismo cardiaco y la angiografía son considerados el estandar de oro para el diagnóstico de la coartación aórtica. Estos permiten analizar el área anatómica coartada, su extensión, el grado de severidad y la evaluación de la circulación colateral. Se considera significativo un gradiente de presión superior a 20 mmHg, siendo rara vez utilizado en neonatos y lactantes mejores en quienes un ecocardiograma suele bastar para llegar a un diagnóstico.<sup>21</sup>

## **Tratamiento**

La historia natural de la enfermedad lleva a que sin tratamiento la sobrevivencia de la población es como media 34 años, siendo las principales causas de defunción el choque cardiogénico y la rotura aórtica. El tratamiento suele ser dividido en tres grandes vertientes. Por un lado el manejo médico que tiene como finalidad el control del flujo distal a la coartación, situación generalmente sostenida por la persistencia del conducto arterioso a través de prostaglandinas y el mantenimiento de una apropiada función ventricular con el uso de diuréticos e inotropicos. En segundo lugar se encuentra el manejo quirúrgico, intervención de primera

instancia en pacientes neonatos con obstrucciones significativas o cardiopatías asociadas severas.<sup>22</sup>

La corrección quirúrgica continúa siendo la opción definitiva más común en nuestro medio y dentro de las técnicas utilizadas se hace referencia a la resección con anastomosis término-terminal que persiste como la técnica de elección en diversos centros hospitalarios a nivel internacional, con un índice de recoartación del 5-15%.<sup>23</sup> Otras técnicas son la aortoplastia con parche, con una incidencia del 25%, y 7% respecto a aneurismas, la aortoplastia con flap de subclavia con incidencia del 23% y la interposición de injerto, técnica reservada para pacientes cuya etapa de crecimiento haya finalizado.

Como tercera opción de tratamiento encontramos las técnicas percutáneas que consisten en la introducción por vía femoral de un balón a altas presiones aunado a un stent para vencer las resistencias de las capas íntima y media del área estenótica donde se localiza la coartación aórtica, teniendo como precedentes estudios clínicos que describen la necesidad de una redilatación en el 23% de los casos con una significativa mejoría de la presión arterial sistémica hasta en el 83% de los pacientes.<sup>24</sup>

### **Complicaciones posteriores al tratamiento**

Las complicaciones pueden ocurrir a pesar de una reparación exitosa y se pueden clasificar dependiendo el órgano específico que se verá afectado. Pueden ocurrir a nivel local representado por una recoartación con una incidencia variable dependiendo la técnica correctiva utilizada pudiendo ser hasta de un 25% o una ruptura aórtica o a nivel sistémico como la disminución de la capacidad física o la HAS, presente hasta en un 70%.<sup>25</sup> A nivel cerebral se han documentado casos de hemorragias intracraneales. Las arterias coronarias pueden sufrir de aterosclerosis con la progresión hacia la cardiopatía isquémica. La hipertrofia, la dilatación, la

disfunción sistólica o diastólica son algunas de las consecuencias en los ventrículos, por lo que un adecuado seguimiento por un equipo multidisciplinario es vital en pacientes post operados de coartación aórtica.<sup>26</sup>

## **Hipertensión Arterial Sistémica en Pediatría**

### **Generalidades**

En las últimas décadas se ha identificado un aumento en el promedio en los niveles de presión arterial sistémica en la edad pediátrica, siendo factores propios del estilo de vida como el grado de actividad física, el incremento calórico en las dietas y la obesidad las principales variables que intervienen en este incremento. En los Estados Unidos de América se estima una prevalencia de entre el 5 y 20% de la población pediátrica quienes padecen de HAS, mientras que en las guías de la Academia Americana de Pediatría del año 2004 esta cifra rondaba entre el 2-4% obviando el incremento presenciado en los últimos años.<sup>27</sup> En el seguimiento a largo plazo de estos pacientes se han podido evidenciar cambios en órganos blanco tales como, el daño renal, la hipertrofia del ventrículo izquierdo y la remodelación del sistema vascular, lesiones que entorpecen la calidad de vida en los adolescentes y adultos.<sup>28</sup> Haciendo imprescindible la necesidad de un temprano reconocimiento, evaluación y manejo de pacientes pediátricos con HAS

Dentro de la pediatría, la definición de HAS se basa en valores de presiones, tanto sistólica como diastólica, percentilados acorde a la edad, la talla y el sexo del niño.<sup>28</sup> Según la Asociación Americana de Pediatría, cifras tensionales por debajo del percentil 90 se consideran dentro del rango de normalidad, se clasifica una elevación en la presión arterial cuando las cifras tensionales se encuentran por encima del percentil 90 pero inferiores al percentil 95. Se reconoce un diagnóstico de HAS cuando los valores sobrepasan el percentil 95, considerando como



estadio 1 cuando los valores son mayores al percentil 95 pero menores al 95 +12 mmHg o en caso de pacientes mayores a 13 años de edad 130/80 a 139/89 mmHg y estadio 2 cuando se encuentra por encima del percentil 95 + 12 mmHg o cifras mayores o iguales a 140/90 mmHg.<sup>29</sup>

Debido a la gran variabilidad entre parámetros normales dependiendo de las características mencionadas y la complejidad de la definición de la patología hacen que la HAS sea una enfermedad poco diagnosticada durante la edad pediátrica. Con la intención de unificar las técnicas de medición, tales como la condición ideal para la toma de presión arterial incluyendo al paciente tranquilo y en reposo durante por lo menos 5 minutos en un ambiente relajado; la posición, en donde el paciente debe permanecer con los pies sobre el piso, el dorso sobre el respaldo del asiento y el brazo en reposo; el instrumental utilizado, en donde el brazalete debe colocarse directamente sobre la piel, teniendo una anchura mayor al 40% del brazo y una circunferencia del mismo entre el 80 y 100%; finalmente para confirmar las cifras tensionales elevadas se deben hacer mediciones de las cuatro extremidades, revalorar en repetidas visitas al médico y considerar la toma de presión arterial en domicilio para eliminar variables como el síndrome de la bata blanca.<sup>30</sup>

## **Epidemiología**

La tasa de incidencia de HAS en México durante el año 2021 fue de 157.6 casos por cada 100,000 habitantes.<sup>31</sup> Respecto a la población pediátrica, la prevalencia es muy variable e intervienen diversos elementos que tomar en cuenta, que van desde la región demográfica estudiada, hasta factores de riesgo como sobrepeso, obesidad y otras enfermedades primarias que la ocasionen. En México, la prevalencia de HAS en menores de 18 años varía del 1-10% con un promedio de 4.8%.<sup>32</sup>

## **Etiopatogenia**

Convencionalmente, la etiología de la HAS puede ser clasificada en dos grandes vertientes, la hipertensión primaria y la secundaria. Anteriormente se contemplaba a la hipertensión primaria como un diagnóstico de exclusión. Al día de hoy se observa un aumento directamente proporcional de la HAS primaria con el incremento en la incidencia de obesidad infantil, encontrándose hasta un 89% de los pacientes diagnosticados en sobrepeso o obesidad. Si bien la epidemia de obesidad actual es el principal responsable de la hipertensión arterial primaria en niños, existen variables como la edad y una historia familiar positiva de hipertensión arterial que incrementan la probabilidad de padecerla.<sup>33</sup>

La hipertensión arterial secundaria se presenta más comúnmente en la edad pediátrica respecto la edad adulta y existen múltiples causas que la ocasionan.<sup>34</sup> La hipertensión secundaria a patología renal contempla alrededor del 50% de los casos en pediatría según un estudio realizado por Gupta-Malhotra et al.<sup>35</sup> Los pacientes con coartación aórtica debido a cambios congénitos y la arterioesclerosis secundaria al constante estrés vascular tienen mayor predisposición a presentar HAS teniendo una prevalencia que varía según múltiples reportes internacionales entre el 15% al 68%<sup>36</sup>, inclusive llegando al 50% a pesar de una corrección exitosa.<sup>37</sup> El consumo de medicamentos sin restricción médica como la cafeína y los antiinflamatorios no esteroideos puede tener repercusiones negativas en la homeostasis cardiovascular, llegando a causar o exacerbar la HAS.<sup>29</sup>

## **Cuadro Clínico**

En el paciente pediátrico, la HAS puede presentarse con síntomas muy poco específicos como las alteraciones del sueño, la fatiga, cefalea y disnea. Si se trata

de una HAS secundaria, la presentación clínica dependerá del órgano blanco afectado o la causa principal. Así, es posible evidenciar edema, hematuria, poliuria y alteraciones bioquímicas de la función renal cuando esta es la causa de la HAS. Por otro lado, la presencia de un soplo cardíaco, el diferencial de presiones entre extremidades superiores e inferiores orienta al clínico sobre una coartación aórtica como causa de la enfermedad. Por otra parte, la presencia de hirsutismo, acné, facies cushinoides, bocio e incluso taquicardia, pueden orientar hacia un diagnóstico endocrinológico.<sup>28</sup>

## **Diagnóstico**

El diagnóstico de la HAS debe basarse en una historia clínica completa, en donde se incluyan antecedentes familiares, sobre todo maternos durante la gestación, de hipertensión arterial. La dieta es un factor muy importante a considerar, sobre todo en culturas donde la ingesta de sal y cafeína es elevada.<sup>29</sup> La actividad física debe ser valorada, siendo una de las primeras modificaciones que se indican a pacientes con cifras tensionales elevadas.<sup>38</sup> Como se comentó anteriormente, la exploración física servirá al clínico para identificar posibles causas de hipertensión arterial secundaria, dando un enfoque al órgano blanco que se pueda ver afectado. El seguimiento y la revaloración van a depender de las comorbilidades del paciente, en donde se valorará la función renal y panel para descartar diabetes, esto en niños con obesidad. El diagnóstico de una hipertensión arterial estadio 1 se confirma con cifras tensionales elevadas en 3 consultas, mientras que en el estadio 2 basta con dos cifras tensionales elevadas en visitas diferentes al médico.<sup>39</sup>

## **Tratamiento**

El objetivo terapéutico es la persistencia de cifras tensionales por debajo del percentil 90.<sup>29</sup> La terapia de primera línea consisten en modificaciones al estilo de vida, en donde se incluye un plan nutricional y de actividad física. En casos en donde la HAS es persistente a pesar de llevar adecuadamente cambios en el estilo de vida por un mínimo de 6 meses o en quienes la HAS es sintomática o se encuentra en estadio 2, una intervención farmacológica es obligatoria. Dentro de los fármacos preferidos para la población pediátrica se encuentra la familia de inhibidores de la enzima angiotensina convertasa (IECA), los bloqueadores del receptor de la angiotensina (ARA) y los diuréticos.<sup>30</sup> Se debe comenzar con la mínima dosis requerida para lograr la meta terapéutica con un esquema de monoterapia, incrementando posterior a una valoración al menos cada 2-4 semanas.<sup>30</sup>

## **Hipertensión Arterial Sistémica y Coartación Aórtica**

Se considera a la HAS como la complicación mas significativa de la coartación aortica, no obstante los datos reportados por diversos centros médicos difiere considerablemente.<sup>25</sup> Los pacientes con reparación quirúrgica de la CoA progresan hacia la HAS debido al estrés crónico que se produjo previo a la reparación, al estrechamiento de la arteria secundario a la formación de tejido fibroso en su circunferencia o por recoartación.<sup>40</sup> La prevalencia de HAS varía ampliamente y va desde un 25 a un 68% <sup>36</sup>. El riesgo de HAS aumenta con ciertos factores, como la edad avanzada del paciente al momento de la corrección, se han publicado reportes de casos en donde se evalua la incidencia de HAS dependiendo de la edad en que fue realizada la corrección, siendo significativamente menor (4.2% vs 26%) en aquellos pacientes operados antes del año de vida.<sup>36</sup> La presencia de anomalías congénitas asociadas e incluso la

técnica que fue utilizada para la corrección de la CoA también forman parte de esta lista.

Han sido propuestos diversos mecanismos para explicar el fenómeno de la HAS en pacientes post operados de CoA. La remodelación vascular, en donde se presenta cambios funcionales, como la disminución de la distensibilidad aórtica y cambios estructurales, como el aumento en la rigidez de la capa íntima en las arterias. La HAS podría igualmente ser explicada por un estrechamiento residual, teoría que involucra directamente la técnica utilizada para la reparación de CoA y que podría ser comprobada con un seguimiento estricto del paciente y el apoyo de medicas ecocardiográficas. Otros mecanismos propuestos incluyen una actividad poco regulada del eje renina angiotensina aldosterona, las alteraciones en la sensibilidad de baroreceptores a nivel aórtico, misma que fue reportada por Kenny et al., como disminuida en pacientes post operados de corrección de CoA en contraste con población control <sup>41</sup>. Por último, se menciona a la morfología del arco aórtico (Fig. 3) como otro mecanismo que forma parte de la fisiopatología de HAS en post operados de CoA, siendo la forma gótica la que conlleva un mayor riesgo de desarrollar HAS.<sup>42</sup>

La medición ambulatoria de cifras tensionales, como se comentó anteriormente es parte fundamental del diagnóstico de la HAS en pediatría. Aun así, existen variables que soportan el diagnóstico en estos pacientes. La respuesta de presión sistólica al ejercicio se relaciona provee información acerca de la vasculatura y su reactividad ante un estrés físico, tomando como base fisiológica la rigidez arterial. En pacientes pediátricos esta respuesta no debe exceder los 200 mmHg.<sup>42</sup> Este parámetro plantea la posibilidad de predecir de forma más oportuna y acertada el riesgo de un paciente de padecer HAS o alguna de sus complicaciones, como lo es la hipertrofia ventricular.

Los índices de morbilidad y mortalidad de CoA permanecen elevados a pesar de los avances médicos. El tratamiento de la HAS en estos pacientes es el mismo a cualquier paciente pediátrico con HAS, haciendo énfasis en las modificaciones en el estilo de vida. Existe poca evidencia sobre la cantidad de fármacos que un paciente post operado de corrección de CoA requiere, Canniffe et al., reportan que el 20% de esta población solamente requiere de un fármaco, mientras que el 6.2% y 1.8% requieren dos o tres antihipertensivos, respectivamente.<sup>36</sup> Se recomienda el seguimiento por médico especialista al menos 1 vez al año, con toma de presión arterial en cada visita independientemente si el paciente presenta o no HAS.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la epidemiología de hipertensión arterial sistémica en la población operada de reparación de coartación aórtica en el Hospital Infantil de México Federico Gómez en el periodo 2010-2020?

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

La supervivencia de pacientes operados de reparación de coartación aórtica ha aumentado en últimos 20 años, esto gracias a nuevas e innovadoras técnicas quirúrgicas y el mejor entendimiento de los cuidados post operatorios. Sin embargo, con este aumento en la sobrevivencia de los pacientes también se ha visto modificada la prevalencia de HAS secundaria al procedimiento quirúrgico. Debido a esto, es de suma importancia conocer los factores de riesgo que cada uno de los pacientes presentan, con el fin de lograr un diagnóstico oportuno e iniciar de manera temprana medidas terapéuticas, evitando así, las posibles alteraciones cardiacas estructurales propias de la cronicidad de la patología y disminuir los índices de morbilidad y mortalidad en nuestra población pediátrica.

El Hospital Infantil de México “Dr. Federico Gómez” es uno de los hospitales del país con mayor número de procedimientos quirúrgicos cardiacos realizados, siendo la coartación aórtica una de las principales cardiopatías congénitas atendidas. Al identificar de los factores involucrados en el índice tan elevado de morbilidad y mortalidad en la población pediátrica mexicana, se podría implementar estrategias específicas para intervenir de manera positiva en la calidad de vida de los niños que padecen coartación aórtica en México.



## **HIPÓTESIS**

HA: La epidemiología de hipertensión arterial sistémica entre la población pediátrica operada de coartación aórtica es la misma a la reportada en la literatura.

H0: La epidemiología de hipertensión arterial sistémica entre la población pediátrica operada de coartación aórtica es mayor a la reportada en la literatura.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinación de la epidemiología de hipertensión arterial sistémica entre la población pediátrica operada de reparación de coartación aórtica entre 2010 y 2020 con seguimiento en el Hospital Infantil de México Federico Gómez.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar el tiempo promedio en que fue reparada la coartación aórtica.

Identificar si existe relación entre el tiempo en el cual se realizó el diagnóstico y la incidencia hipertensión arterial sistémica.

Identificar si existe relación entre el tiempo en que se realizó la corrección de la coartación aórtica y la incidencia de hipertensión arterial sistémica residual durante el seguimiento.

Identificar si existe relación entre el tipo de corrección realizada y la incidencia de hipertensión arterial sistémica residual durante el seguimiento.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### ***Diseño:***

Se trata de un estudio transversal retrospectivo en donde los sujetos son seleccionados a partir de una exposición con la finalidad de darles seguimiento y evaluar la incidencia de un desenlace, y así estimar directamente el riesgo absoluto.

Nuestra población son sujetos operados de corrección quirúrgica termino-terminal que posterior a al menos 6 meses del evento quirúrgico presenten el diagnóstico de HAS según las guías de la American Academy of Pediatrics o que sean dependientes de tratamiento antihipertensivo.

### ***Periodo:***

Enero 2010 – Diciembre 2020.

### ***Universo, población y tamaño de la muestra:***

Expedientes clínicos de pacientes pediátricos de 0 a 18 años con el diagnóstico de coartación aórtica corregida dentro del Hospital Infantil de México Federico Gómez. En nuestro Instituto de Salud se realizan entre 6 a 8 correcciones quirúrgicas de coartación aórtica anualmente, con un total de 40 procedimientos durante los últimos 5 años, estimando una población mínima de 80 pacientes para realizar este protocolo.

***Criterios de selección:*****Inclusión:**

Pacientes con diagnóstico confirmado de coartación aórtica en el HIMFG.

Pacientes quienes recibieron tratamiento quirúrgico mediante anastomosis termino-terminal en el HIMFG.

Pacientes quienes recibieron tratamiento de angioplastía aórtica en el HIMFG.

Pacientes con seguimiento por lo menos durante 1 año.

Pacientes con mediciones de z-score entre -2 y +2 del arco transverso.

**Exclusión:**

Pacientes quienes hayan sido sometidos a procedimientos quirúrgicos híbridos.

Pacientes con malformaciones renales.

Pacientes con síndromes asociados a elevación de la hipertensión arterial sistémica.

**Eliminación**

Expedientes de pacientes con información incompleta.

***Plan de análisis estadístico:***

En un estudio de cohortes la base analítica es un la evaluación de la ocurrencia de un evento, en este caso presentar HAS, resultante del seguimiento en tiempo, como consecuencia de haber estado expuesto a determinada situación, es decir, reparación de coartación aórtica. Para un correcto análisis a través SPSS se organizará la información de los sujetos como la edad al momento de la reparación quirúrgica, el tiempo en que ocurre el evento y por último, las escalas de medición utilizadas.

En este protocolo se harán las siguientes mediciones: la incidencia acumulada que se define como los casos nuevos de HAS dividido entre el total de pacientes con reparación quirúrgica de CoA y será expresada en tasas, es decir, casos por cada 100 pacientes. La densidad de incidencia que se define como la velocidad con la que se presentan los casos determinando los casos nuevos o existentes y diviendolos entre el tiempo en años acumulado del total de la población y se expresará en casos por cada 10 años paciente. La prevalencia, que se define como los casos nuevos y existentes de HAS entre el total de la población.

## DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE                       | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL                     | TIPO DE VARIABLE               | ESCALA DE MEDICIÓN                          |
|--------------------------------|--|--|--------------------------------|---|
| <b>Sexo</b>                    | Condición orgánica, masculina o femenina.                            | Masculino, femenino                        | Cualitativa nominal dicotómica | -Hombre<br>-Mujer                           |
| <b>Edad</b>                    | Tiempo que ha vivido una persona.                                    | Edad al momento del diagnóstico            | Cuantitativa continua          | - Meses                                     |
| <b>Diagnóstico</b>             | Determinar el carácter de una enfermedad mediante cifras tensionales | Hipertensión arterial sistémica            | Cuantitativa discreta          | >95 percentil de presión arterial sistémica |
| <b>Procedimiento realizado</b> | Método de ejecutar una acción  | Tipo de intervención realizada al paciente | Cualitativa nominal dicotómica | -Coartectomía<br>-Angioplastia              |

## RESULTADOS DEL ESTUDIO

Gráfico 1.

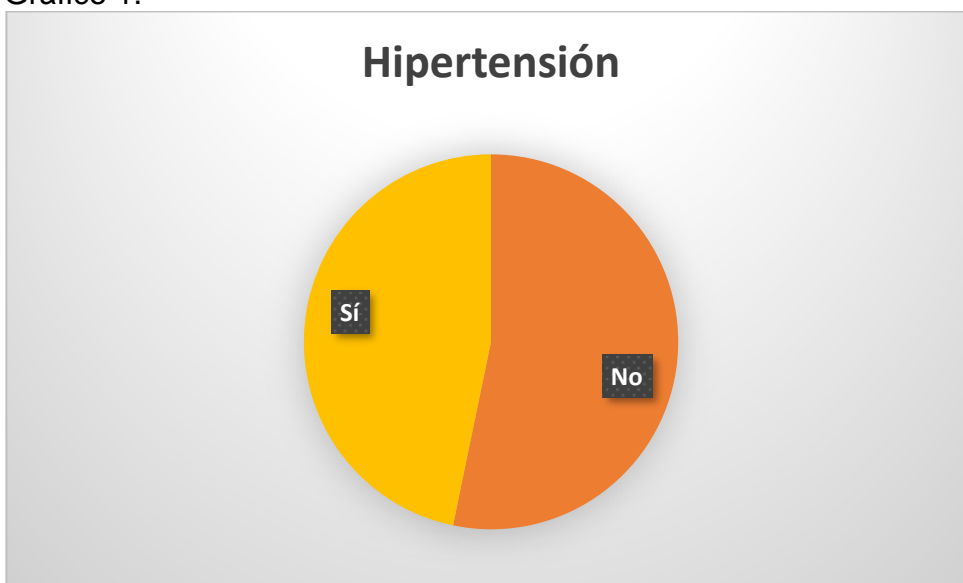


Tabla 1.

|               |              | Hipertensión |        |        |        | Valor de p |
|---------------|--------------|--------------|--------|--------|--------|------------|
|               |              | No           |        | Sí     |        |            |
|               |              | Número       | %      | Número | %      |            |
| Sexo          | Hombre       | 29           | 59.20% | 23     | 53.50% | NS         |
|               | Mujer        | 20           | 40.80% | 20     | 46.50% |            |
| Procedimiento | Cirugía      | 37           | 75.50% | 26     | 60.50% | 0.001      |
|               | Angioplastía | 12           | 24.50% | 17     | 39.50% |            |

Prueba X<sup>2</sup>

Gráfico 2.

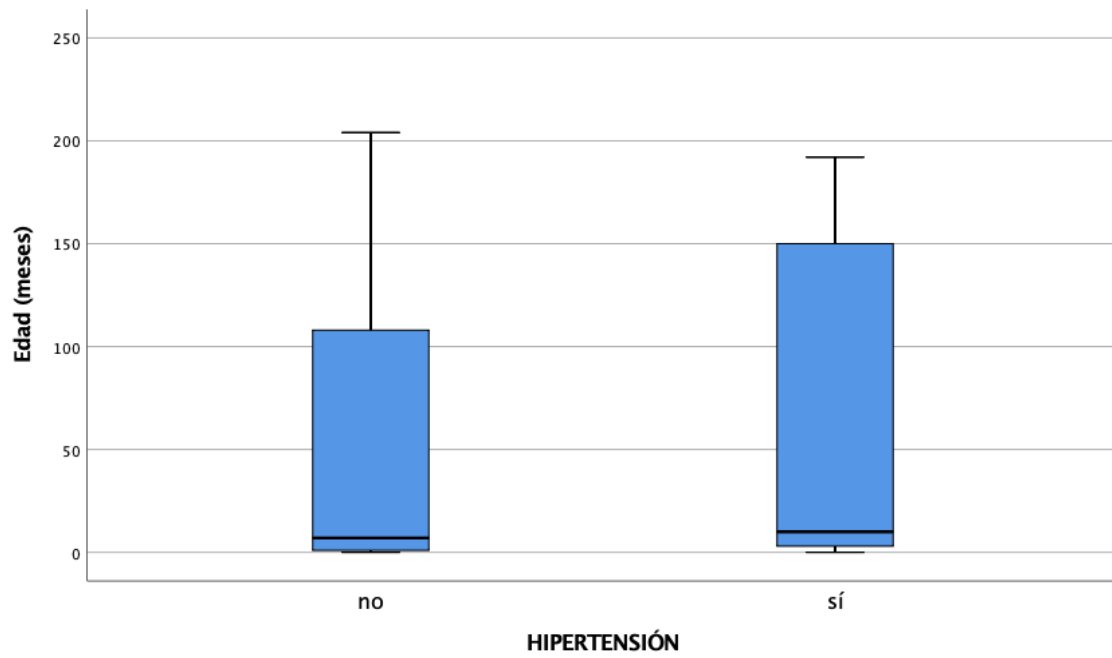
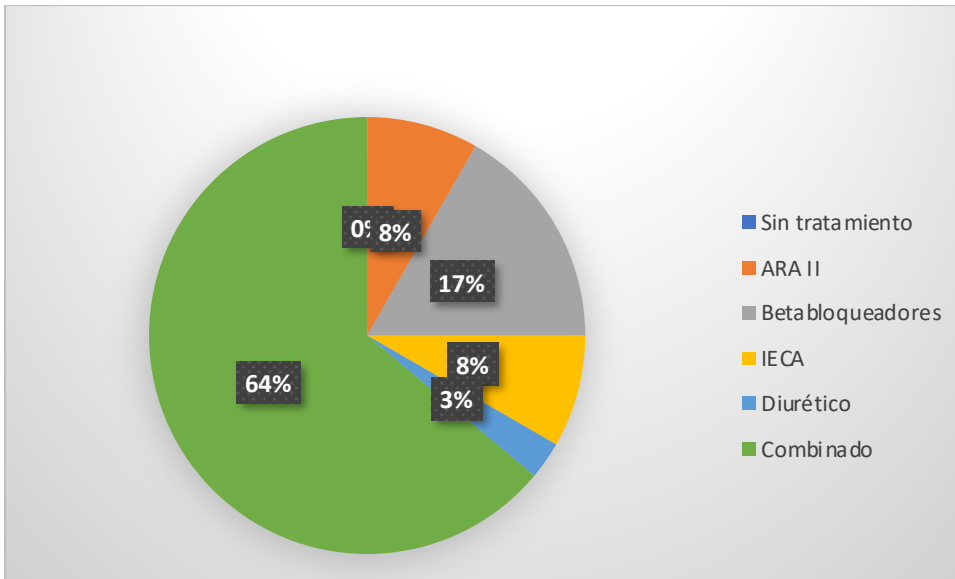


Gráfico 3.





De una población total de 92 pacientes que cumplieron los criterios de selección, el gráfico 1, muestra que 43 de ellos (46.70%) presentaron durante su seguimiento valores tensionales compatibles con hipertensión arterial sistémica de acuerdo con su edad y sexo.

La tabla 1 muestra la distribución por sexo que se presentó durante el estudio, en ella se observa que del total de la población sometida a reparación de coartación aórtica ya sea por medio de coartectomía termino terminal o por angioplastía, la cual corresponde al sexo masculino n=52 (56.5%) vs el sexo femenino n=40 (43.5%), dando una relación de 1.3-1.

Se analizó la edad en que fue realizado el procedimiento de corrección de coartación aórtica. La edad fue homologada a meses de vida con la finalidad de comparar de forma mas objetiva los resultados.. En el presente estudio se empleó la mediana de edad, misma que fue de 7 meses (p25 2 - p75 132) al momento de realizar la corrección de la coartación aórtica. El gráfico 2 muestra la tendencia de presentar hipertensión arterial sistémica conforme mayor edad tenían los pacientes al momento del procedimiento.

El principal procedimiento realizado a lo largo de este estudio, en el Hospital Infantil de México Federico Gómez, corresponde a la coartectomía con anastomosis termino terminal, mientras que solo 29 pacientes (27.6%) de la población fue intervenida por angioplastía aórtica.

Finalmente se estudió el tratamiento empleado en nuestra población hipertensa. En el gráfico 2 se muestran los diferentes antihipertensivos empleados. Los beta bloqueadores fueron los antihipertensivos más utilizados como monoterapia,

reportando un 16.70% de la población. A pesar de ello, más del 50% de nuestra población emplea terapia combinada con 2 o más fármacos.

## **DISCUSIÓN**

En el presente estudio de investigación se muestran los resultados de la prevalencia de hipertensión arterial sistémica en pacientes operados de corrección de coartación aórtica en el periodo comprendido entre los años 2010 y 2020 en el Hospital Infantil de México Federico Gómez. Estas cifras son comparables con las reportadas en diversos estudios internacionales los cuales reportan una variabilidad que va desde un 25 a un 68% de incidencia.<sup>36</sup> Igualmente se clasificó la población dependiendo el procedimiento recibido, 63 quienes recibieron coartectomía con anastomosis termino terminal (68.5%) y 29 que recibieron angioplastía aórtica (31.5%).

De acuerdo a los resultados alcanzados se puede decir que, al igual que los reportes publicados en diferentes centros de referencia a nivel internacional en donde se menciona una relación 2:1 a favor del sexo masculino<sup>10</sup>, la coartación aórtica en nuestra institución, a pesar de contar con una relación menos establecida, se presenta de manera dominante pacientes masculinos. A lo largo del estudio, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre el sexo de la población y el diagnóstico de hipertensión arterial sistémica.

De aquellos pacientes que recibieron la cirugía, sus tasas de hipertensión son inferiores a aquellos en quienes se realizó la angioplastía, lo que sugiere una prevalencia de hipertensión arterial sistémica estadísticamente significativa dependiendo del procedimiento correctivo utilizado. Si bien, esto puede justificarse por diversas variables, consideramos una de las más importante la edad en que

cada procedimiento fue realizado. Una conclusión acerca de la prevalencia de hipertensión es difícil definir debido a la considerable heterogeneidad de las características de nuestra población estudiada, dando como resultado una distribución anormal de la muestra. La fisiopatología de la hipertensión arterial sistémica varía dependiendo de la edad de presentación, entendiéndose así que existe una diferencia respecto a una presentación en la etapa neonatal o del lactante menor en donde el procedimiento más aceptado es el quirúrgico y una presentación más tardía en donde la opción de una angioplastia aórtica es más aceptable. Sin embargo, a pesar de los criterios de exclusión aplicados, se deben contemplar a la calidad de vida y al estado nutricional como posibles causas de hipertensión en pacientes pediátricos independientemente de haber sido sometido a una reparación de coartación aórtica.

No existe una recomendación específica respecto al antihipertensivo de primera línea en pacientes hipertensos secundarios a corrección de coartación aórtica. No obstante, dentro de las guías internacionales se hace referencia al uso de beta bloqueadores, monoterapia empleada con mayor frecuencia en nuestra población. A pesar de ello, la mayor parte de nuestros pacientes requiere de terapia antihipertensiva combinada, en comparación con los reportes de Canniffe et al., quienes mencionan hasta un 20% de su población requiere solamente un antihipertensivo<sup>36</sup>. Lo que puede traducirse como una tasa elevada de hipertensión de difícil control, así como el uso de estos mismos fármacos como medida preventiva de la remodelación ventricular, secuela reportada en diversas series durante el seguimiento a largo plazo de pacientes con coartación aórtica.<sup>28</sup>

## CONCLUSIÓN

Invariablemente la edad en la que el individuo es sometido a una reparación de coartación aórtica es una variable íntimamente relacionada con el resultado de presentar hipertensión arterial. Al evaluar la distribución de nuestra población se observa una clara diferencia entre la edad en que fueron realizados ambos procedimientos, ambas superando la edad definida como ideal según la literatura más actualizada en donde mejores resultados se aprecian cuando los pacientes son intervenidos durante los primeros meses de vida. Esto da entrada a la implementación de mejoras en el sistema de salud de nuestro país. Al ser el Hospital Infantil de México Federico Gómez uno de los centros de referencia para la corrección de coartación de aorta, se refleja de manera certera una realidad en la cual los pacientes son referidos tardíamente, con las consecuencias clínicas que traduce.

La hipertensión arterial sistémica es común, incluso en aquellos individuos que reciben una corrección de coartación aórtica exitosa y se traduce en un impacto negativo en su calidad de vida, así como incremento en índices mayores de mortalidad. Pese a que no se ha logrado identificar una causa precisa de la fisiopatología de la hipertensión, e incluso es probable que más de un factor intervengan en el resultado del individuo, parte del seguimiento de estos individuos debe incluir el seguimiento minucioso con base en valores de tensión arterial percentilados acorde al sexo, la edad y la talla del paciente. Con lo anterior, un adecuado control y manejo oportuno de cifras tensionales elevadas disminuirán en nuestra población pediátrica las complicaciones asociadas a la hipertensión arterial sistémica, tanto a corto como largo plazo en sus vidas.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| Año  | 2021 |     | 2022 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Actividades                                    | Mes  |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|  | Nov  | Dic | Ene  | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| Elaboración de protocolo de investigación      | ■    | ■   | ■    | ■   | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Revisión del protocolo de investigación        |      |     |      |     | ■   | ■   | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |
| Recolección de datos                           |      |     |      |     |     |     |     | ■   | ■   | ■   | ■   |     |     |     |
| Organización de datos y análisis de resultados |      |     |      |     |     |     |     |     |     | ■   | ■   | ■   |     |     |
| Redacción del infome final                     |      |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■   | ■   |

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cruz Arias, R., Herrera Cusicanqui, J., Burgoa Vargas, J., & Vargas, C. (2015). Coartación aórtica crítica: aortoplastía percutánea con balón. Reporte de un caso. *Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría*, 54(1), 10-13.
2. Centella Hernandez, T., Stanescu, D., & Stanescu, S. (2014). Coartación aórtica. Interrupción del arco aórtico. *Cirugía Cardiovascular*, 21(2), 97-106.
3. Trong, V. N., Dominguez, J. A., Álvarez, C. L., & Ojeda, G. G. (2014). Caracterización de los pacientes con coartación aórtica. hospital pediátrico universitario "José Luis Miranda". 2008-2012. *16 de Abril*, 53(255), 64-75.
4. Kvitting, J. P. E., & Olin, C. L. (2009). Clarence Crafoord: a giant in cardiothoracic surgery, the first to repair aortic coarctation. *The Annals of thoracic surgery*, 87(1), 342-346.
5. Patel, R., Singh, S. P., Abrams, L., & Roberts, K. D. (1977). Coarctation of aorta with special reference to infants. Long-term results of operation in 126 cases. *British Heart journal*, 39(11), 1246.
6. Patel, R., Singh, S. P., Abrams, L., & Roberts, K. D. (1977). Coarctation of aorta with special reference to infants. Long-term results of operation in 126 cases. *British Heart journal*, 39(11), 1246.
7. Kenny, D., & Hijazi, Z. M. (2011). Coarctation of the aorta: from fetal life to adulthood. *Cardiology journal*, 18(5), 487-495.
- Fig.1 O'Brien, P., & Marshall, A. C. (2015). Coarctation of the aorta. *Circulation*, 131(9), e363-e365.
8. Yokoyama, U., Ichikawa, Y., Minamisawa, S., & Ishikawa, Y. (2017). Pathology and molecular mechanisms of coarctation of the aorta and its association with the ductus arteriosus. *The Journal of Physiological Sciences*, 67(2), 259-270.

9. Nguyen, L., & Cook, S. C. (2015). Coarctation of the aorta: strategies for improving outcomes. *Cardiology clinics*, 33(4), 521-530.
10. Sendzikaite, S., Sudikiene, R., Tarutis, V., Lubaua, I., Silis, P., Rybak, A., ... & Litwin, M. (2020). Prevalence of arterial hypertension, hemodynamic phenotypes, and left ventricular hypertrophy in children after coarctation repair: a multicenter cross-sectional study. *Pediatric Nephrology*, 35(11), 2147-2155.
11. Diagnóstico y Tratamiento de la Coartación Aórtica, México: Secretaría de Salud, 2011.
12. Centella Hernandez, T., Stanescu, D., & Stanescu, S. (2014). Coartación aórtica. Interrupción del arco aórtico. *Cirugía Cardiovascular*, 21(2), 97-106.
13. Russell, G. A., Berry, P. J., Watterson, K., Dhasmana, J. P., & Wisheart, J. D. (1991). Patterns of ductal tissue in coarctation of the aorta in the first three months of life. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 102(4), 596-601.
14. Hoffman, J. I. (2018). The challenge in diagnosing coarctation of the aorta. *Cardiovascular journal of Africa*, 29(4), 252-255.
15. Kim, Y. Y., Andrade, L., & Cook, S. C. (2020). Aortic coarctation. *Cardiology Clinics*, 38(3), 337-351.
16. Evans, W., Castillo, W., Rollins, R., Luna, C., Kip, K., Ludwick, J., ... & Acherman, R. (2015). Moving towards universal prenatal detection of critical congenital heart disease in southern Nevada: a community-wide program. *Pediatric cardiology*, 36(2), 281-288.
17. Mirza, F. G., Bauer, S. T., Williams, I. A., & Simpson, L. L. (2012). Early fetal echocardiography: ready for prime time?. *American journal of perinatology*, 29(04), 313-318.
18. Liberman, R. F., Getz, K. D., Lin, A. E., Higgins, C. A., Sekhvat, S., Markenson, G. R., & Anderka, M. (2014). Delayed diagnosis of critical congenital heart defects: trends and associated factors. *Pediatrics*, 134(2), e373-e381.

19. Karaosmanoglu, A. D., Khawaja, R. D. A., Onur, M. R., & Kalra, M. K. (2015). CT and MRI of aortic coarctation: pre-and postsurgical findings. *American Journal of Roentgenology*, 204(3), W224-W233.
20. Shepherd, B., Abbas, A., McParland, P., Fitzsimmons, S., Shambrook, J., Peebles, C., ... & Harden, S. (2015). MRI in adult patients with aortic coarctation: diagnosis and follow-up. *Clinical Radiology*, 70(4), 433-445.
21. Dijkema, E. J., Leiner, T., & Grotenhuis, H. B. (2017). Diagnosis, imaging and clinical management of aortic coarctation. *Heart*, 103(15), 1148-1155.
22. E Vergales, J., J Gangemi, J., S Rhueban, K., & Scott Lim, D. (2013). Coarctation of the aorta-the current state of surgical and transcatheter therapies. *Current cardiology reviews*, 9(3), 211-219.
23. Burch, P. T., Cowley, C. G., Holubkov, R., Null, D., Lambert, L. M., Kouretas, P. C., & Hawkins, J. A. (2009). Coarctation repair in neonates and young infants: is small size or low weight still a risk factor?. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 138(3), 547-552.
24. Mansour, W., Sirignano, P., Capoccia, L., & di Marzo, L. (2021). More inside stenting in aortic coarctation: The sequential stent dilation. *International journal of cardiology*, S0167-5273.
25. Sendzikaite, S., Sudikiene, R., Tarutis, V., Lubaua, I., Silis, P., Rybak, A., ... & Litwin, M. (2020). Prevalence of arterial hypertension, hemodynamic phenotypes, and left ventricular hypertrophy in children after coarctation repair: a multicenter cross-sectional study. *Pediatric Nephrology*, 35(11), 2147-2155.
26. Choudhary, P., Canniffe, C., Jackson, D. J., Tanous, D., Walsh, K., & Celermajer, D. S. (2015). Late outcomes in adults with coarctation of the aorta. *Heart*, 101(15), 1190-1195



27. Bell, C. S., Samuel, J. P., & Samuels, J. A. (2019). Prevalence of hypertension in children: applying the new American Academy of Pediatrics clinical practice guideline. *Hypertension*, 73(1), 148-152.
28. Weaver, D. J. (2017). Hypertension in children and adolescents. *Pediatrics in review*, 38(8), 369-382
29. Guzman-Limon, M., & Samuels, J. (2019). Pediatric hypertension: diagnosis, evaluation, and treatment. *Pediatric Clinics*, 66(1), 45-57.
30. Flynn, J. T., Kaelber, D. C., Baker-Smith, C. M., Blowey, D., Carroll, A. E., Daniels, S. R., ... & Urbina, E. M. (2017). Clinical practice guideline for screening and management of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*, 140(3).
31. Panorama Epidemiológico de las Enfermedades No Transmisibles en México, México: Secretaria de Salud, 2021.
32. Acosta-Berrelleza, N., Guerrero-Lara, T., Murrieta-Miramontes, E., Alvarez-Bastidas, L., & Valle-Leal, J. (2017). Niveles de presión arterial en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad en el noroeste de México. *Enfermería universitaria*, 14(3), 170-175.
33. Flynn, J. (2013). The changing face of pediatric hypertension in the era of the childhood obesity epidemic. *Pediatric Nephrology*, 28(7), 1059-1066.
34. Kapur, G., Ahmed, M., Pan, C., Mitsnefes, M., Chiang, M., & Mattoo, T. K. (2010). Secondary hypertension in overweight and stage 1 hypertensive children: a Midwest Pediatric Nephrology Consortium report. *The Journal of Clinical Hypertension*, 12(1), 34-39.
35. Gupta-Malhotra, M., Banker, A., Shete, S., Hashmi, S. S., Tyson, J. E., Barratt, M. S., ... & Boerwinkle, E. (2015). Essential hypertension vs. secondary hypertension among children. *American journal of hypertension*, 28(1), 73-80.

36. Canniffe, C., Ou, P., Walsh, K., Bonnet, D., & Celermajer, D. (2013). Hypertension after repair of aortic coarctation—a systematic review. *International journal of cardiology*, 167(6), 2456-2461.
37. Hager, A., Kanz, S., Kaemmerer, H., Schreiber, C., & Hess, J. (2007). Coarctation Long-term Assessment (COALA): significance of arterial hypertension in a cohort of 404 patients up to 27 years after surgical repair of isolated coarctation of the aorta, even in the absence of restenosis and prosthetic material. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 134(3), 738-745.
38. García-Hermoso, A., Saavedra, J. M., & Escalante, Y. (2013). Effects of exercise on resting blood pressure in obese children: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Obesity reviews*, 14(11), 919-928.
39. Wiesen, J., Adkins, M., Fortune, S., Horowitz, J., Pincus, N., Frank, R., ... & Trachtman, H. (2008). Evaluation of pediatric patients with mild-to-moderate hypertension: yield of diagnostic testing. *Pediatrics*, 122(5), e988-e993.
40. Ağbaş, A., Gökalp, S., Canpolat, N., Çalışkan, S., & Öztunç, F. (2020). Is the burden of late hypertension and cardiovascular target organ damage in children and adolescents with coarctation of the aorta after early successful repair different to healthy controls?. *Cardiology in the Young*, 30(9), 1305-1312.
41. Polson, J. W., McCallion, N., Waki, H., Thorne, G., Tooley, M. A., Paton, J. F., & Wolf, A. R. (2006). Evidence for cardiovascular autonomic dysfunction in neonates with coarctation of the aorta. *Circulation*, 113(24), 2844-2850.
42. Vigneswaran, T. V., Sinha, M. D., Valverde, I., Simpson, J. M., & Charakida, M. (2018). Hypertension in coarctation of the aorta: challenges in diagnosis in children. *Pediatric cardiology*, 39(1), 1-10.

## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Se requiere de un seguimiento estricto y por un tiempo determinado para concluir si un paciente padece de hipertensión arterial sistémica, es por ello que dentro de las limitaciones de este estudio se encuentran la falta del seguimiento por consulta externa, la información incompleta dentro del expediente clínico y el extravío del propio expediente clínico.

A pesar de nueva información, que provee un diagnóstico y tratamiento más oportuno a pacientes con coartación aórtica, esta enfermedad continúa con altos índices de mortalidad, por lo que el fallecimiento de nuestros pacientes se traduce en un seguimiento incompleto y sesgo en el estudio.

El amplio rango de edad en nuestra población se traduce en una distribución anormal para realizar un análisis estadístico más objetivo con respecto a la realidad en nuestro país. Valdría la pena analizar de manera aislada ambas poblaciones, en donde se evidencie no solamente la prevalencia de la hipertensión como una entidad única, si no con sus variables; hipertensión arterial en la etapa neonatal o lactante menor y la hipertensión arterial del niño mayor y adolescente.

## ANEXOS

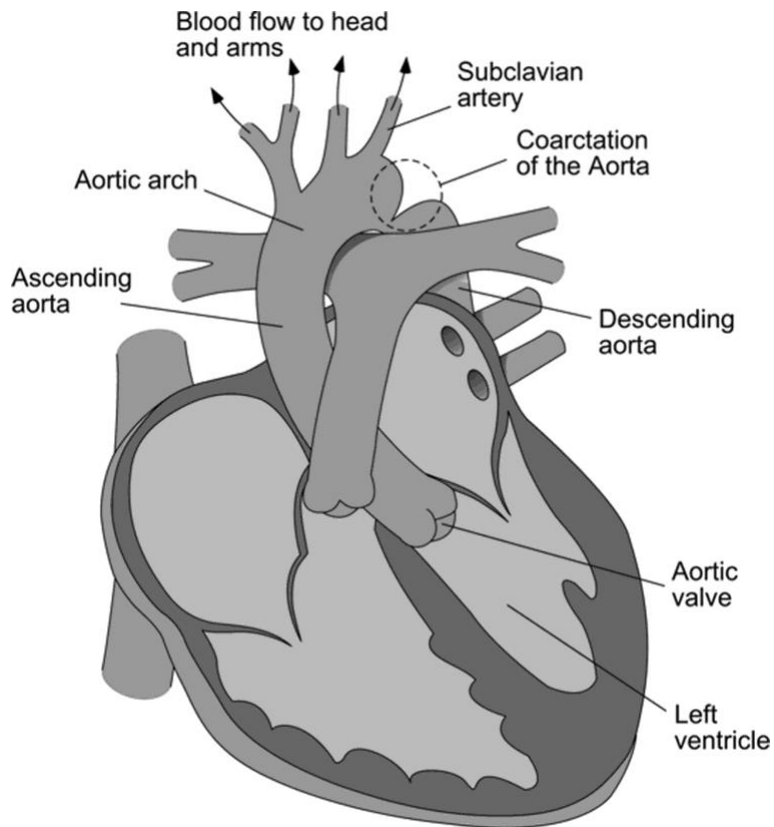


Fig. 1 Anatomía de la coartación aórtica.

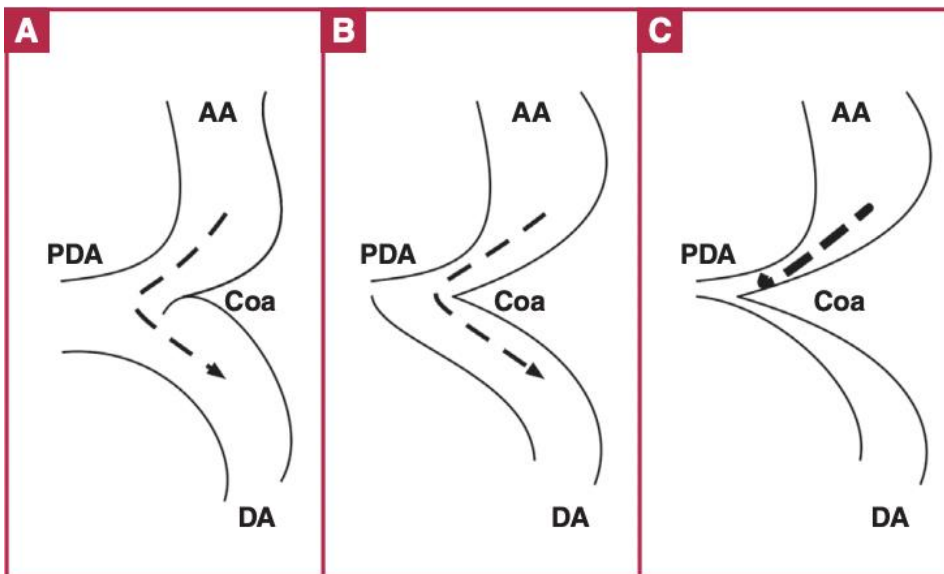


Fig. 2 Obstrucción del flujo sanguíneo conforme el conducto arterioso cierra.

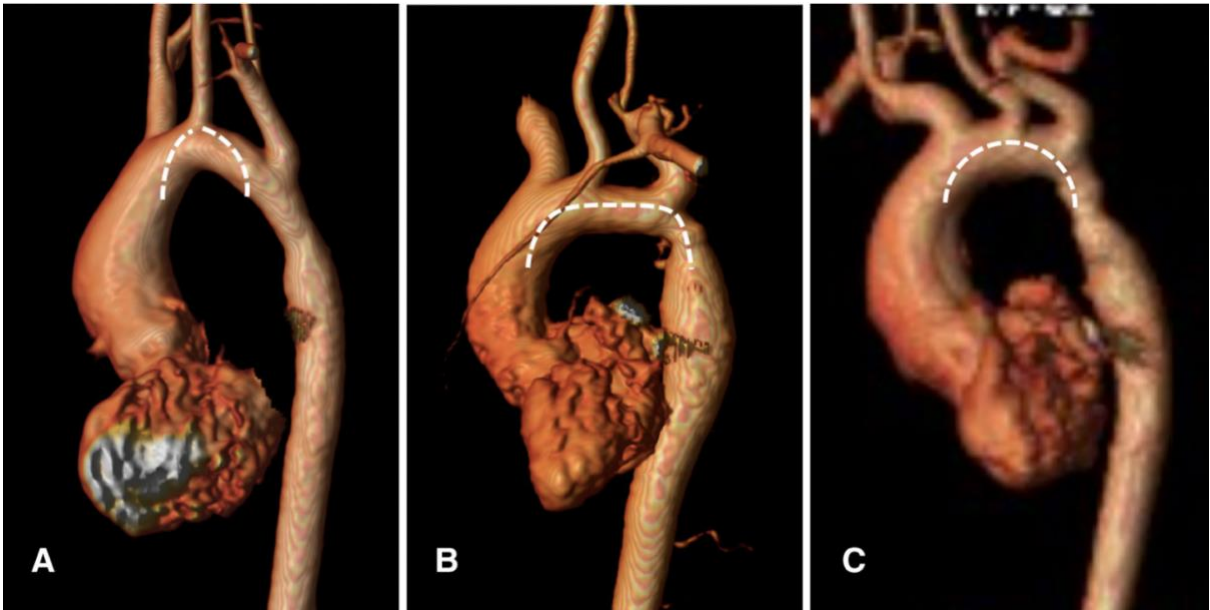


Fig. 3 Variaciones morfológicas del arco aórtico en pacientes post operados de reparación de CoA. A) arco gótico, B) arco crenel y C) arco romanence.

Incidence of hypertension in relation to definition used, age at time of repair and mean follow up period.

| Author            | Year | CoA pop | Definition of HTN (mm Hg)  | Residual CoA grad >20-25 mm Hg excluded | Mean age at op (y) | Infant pop and age at op | Mean follow up (y) | Total pop HTN office (%) | Infant pop HTN of fice (%) | Total pop HTN ABP (%) | Infant pop HTN ABP (%) |
|-------------------|------|---------|--|---|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| Koller [10]       | 1987 | 362     | > 18 y => 140/90;<br><18 y => 95th percentile for age                        | No                                      | 17.7               | 74 < 2 y                 | 10.4               | 25.1                     | 7.5                        | NA                    | NA                     |
| Presbitero [11]   | 1987 | 226     | > 30 y => 160/95;<br>19-30 y => 150/90                                       | Yes                                     | 20                 | NA                       | 20                 | 35.9                     | NA                         | NA                    | NA                     |
| Cohen             | 1989 | 646     | ≥ 150/90   | No                                      | 16                 | 31 < 1 y                 | 20                 | 25                       | 7                          | NA                    | NA                     |
| Brouwer           | 1994 | 120     | ≥ 160/90   | No                                      | 15.5               | 37 < 10 y                | 32                 | 25                       | 11                         | NA                    | NA                     |
| Seirafi [12]      | 1998 | 176     | > 18 y => 160/90<br><18 y => 90th percentile for age                         | No                                      | 0.9                | 94 < 1 y                 | 7.5                | 16.8                     | 4.2                        | NA                    | NA                     |
| O'Sullivan [13]   | 2002 | 119     | Casual => 95th centile for normal pop;<br>ABP = mean > 95th centile for age. | Yes                                     | 0.2                | 119                      | 9.5                | 28.5                     | 26                         | 30                    | 27                     |
| Toro-Salazar [14] | 2002 | 274     | Casual => 95th percentile for age or on antihypertensive agent.              | No                                      | 10.3               | 47 < 1 y                 | 29.8               | 34                       | NR                         | NA                    | NA                     |
| Vriend [15]       | 2005 | 73      | Mean ABP systolic ≥ 135 ± diastolic ≥ 85                                     | Yes                                     | 8.1                | NA                       | 21                 | NA                       | NA                         | 45                    | NA                     |

CoA = coarctation; CoA grad = coarctation gradient; op = operation; pop = population; Infant pop = patients operated on at a younger age than total population. y = year/years. HTN = hypertension; ABP = ambulatory blood pressure monitor; and NR = not reported.

Tab. 1 Reportes de incidencia de hipertensión arterial sistémica en post operados de coartación aórtica.