



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ

**COARTACIÓN AÓRTICA RECURRENTE: EVALUACIÓN DEL PERFIL
ECOCARDIOGRÁFICO Y VALORACIÓN DEL ÍNDICE DE RECOARTACIÓN
AÓRTICA: EXPERIENCIA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE
CARDIOLOGÍA (2011-2021)**

TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALIDAD EN CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA

REALIZÓ:
ADRIANA SALINAS AGUILERA

TUTOR DE TESIS:
DRA. ANA LAURA TRUJEQUE RUIZ
DR. JUAN EBERTO CALDERÓN COLMENERO
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE ECOCARDIOGRAFÍA
PEDIÁTRICA

CIUDAD DE MÉXICO, 2021.





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.

VoBo.

Dr. Carlos Sierra Fernández

Director de Enseñanza.

Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".



VoBo.

Dr. Juan E. Calderón Colmenero

Jefe del Departamento de Cardiología Pediátrica. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

Asesores de Tesis

VoBo.

Dr. Juan E. Calderón Colmenero

Jefe del Departamento de Cardiología Pediátrica. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

VoBo.

Dra. Ana Laura Trujeque Ruiz

Médico Adscrito al Servicio de Ecocardiografía Pediátrica. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

Dra. Adriana Salinas Aguilera

Residente de Segundo Año de Cardiología Pediátrica. Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por ser el pilar en cada faceta de mi vida, por su apoyo y motivación constante para permitirme emprender nuevos proyectos y alcanzar mi desarrollo personal y profesional.

De manera especial a la Dra. Ana Laura Trujeque Ruiz quien me ha compartido su amplia experiencia y conocimientos en cardiología y ecocardiografía pediátrica, participando activamente en mi formación profesional permitiéndome alcanzar mi más grande logro académico hasta el momento.

Además a todos mis maestros del servicio de cardiología pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, quienes me brindaron incansable y pacientemente la instrucción académica necesaria para adquirir las habilidades necesarias para desarrollarme como cardióloga pediatra.

A mi institución y a mis pacientes por otorgarme las herramientas necesarias para mi formación académica.

TABLA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES

1.1. INTRODUCCIÓN

1.2. HISTORIA DE LA PATOLOGÍA

1.3. EPIDEMIOLOGÍA

1.4. EMBRIOLOGÍA

1.5. CLASIFICACIÓN Y FISIOPATOLOGÍA

1.6. PRESENTACIÓN CLÍNICA Y HEMODINÁMICA

1.7. DIAGNÓSTICO

1.8. TRATAMIENTO

1.9. RECOARTACIÓN AÓRTICA COMO COMPLICACIÓN POSTERIOR A LA CIRUGÍA

1.10. ÍNDICE DE RECOARTACIÓN AÓRTICA

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

4. JUSTIFICACIÓN

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

6.2. UNIVERSO DEL ESTUDIO

6.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

6.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

6.2.3. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

7. ASPECTOS ÉTICOS

8. RECURSOS Y FINANCIAMIENTO

9. TABLA DE VARIABLES

10. RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

11. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

12. CONCLUSIONES

13. BIBLIOGRAFÍA

COARTACIÓN AÓRTICA RECURRENTE: EVALUACIÓN DEL PERFIL ECOCARDIOGRÁFICO Y VALORACIÓN DEL ÍNDICE DE RECOARTACIÓN AÓRTICA: EXPERIENCIA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA (2010-2021)

1. ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

La coartación de aorta (CoAo) se define como una cardiopatía congénita común que consiste en el estrechamiento de cualquier segmento de la aorta, ocurriendo típicamente a nivel de la aorta torácica proximal y del istmo aórtico, ocasionando obstrucción al flujo de sangre hacia el resto del cuerpo. (1)

Existe una variación importante de acuerdo a la anatomía del segmento coartado, así como la severidad de la estenosis, lo cual ocasiona variabilidad en su patofisiología, presentación clínica, tratamiento y pronóstico. El diagnóstico y tratamiento quirúrgico de esta enfermedad han tenido un desarrollo importante a través de los años, empleándose distintas técnicas diagnóstico-terapéuticas, lo cual ha modificado considerablemente el pronóstico y morbilidad posteriores a su corrección. (1-3)

Una de las complicaciones presentes posteriores a la intervención de la CoAo es la recoartación aórtica (reCoAo), cuya incidencia ha sido modificada a medida que ha evolucionado el tratamiento intervencionista y quirúrgico de la patología, persistiendo una mayor tasa de presentación en pacientes llevados a angioplastia con balón comparados con la reparación quirúrgica, sin embargo,

persiste como una causa importante de morbilidad posterior a la corrección de la coartación aórtica. (4)

En la literatura, la recoartación aórtica, también conocida como obstrucción recurrente del arco aórtico se define como la presencia de un diferencial clínico de presión arterial mayor a 20 mmHg, una velocidad máxima en el arco aórtico o sitio de re-estenosis mayor a 2.5 m/s, un gradiente máximo mayor a 20 mmHg en el arco aórtico medido por ecocardiografía o un gradiente pico medido por cateterismo mayor a 20 mmHg.

1.2. HISTORIA DE LA PATOLOGÍA

La obstrucción del arco aórtico mediante coartación fue descrita por primera vez por el anatomista italiano Giovanni Morgagni en el siglo XVIII, sin embargo su diagnóstico y evaluación clínica fue establecida de forma regular hasta inicio de los años treinta. Abbott y colaboradores, en 1928, documentaron una serie de 200 casos post mórtem con diagnóstico de coartación aórtica. Posteriormente Reifenstein, Levine y Gross reportaron 104 casos en un periodo de tiempo de 1928 a 1947. (1,5)

La primera intervención quirúrgica para esta condición fue llevada a cabo en el año 1944 por Crafoord y Gross, con una subsecuente evolución de la técnicas quirúrgicas incluyendo la aortoplastía con parche subclavio hasta su evolución exitosa a la resección con anastomosis termino terminal. (8)

En la actualidad, desde la primera intervención quirúrgica para CoA y los avances significativos en la terapia por cateterismo intervencionista, la historia natural de esta enfermedad ha cambiado significativamente, alcanzando una esperanza de vida de 75 años comparado con 31 años en la era prequirúrgica. . (7)La edad promedio de muerte previo a su corrección se conoce gracias a diversas series post mortem de la enfermedad, las causas de mortalidad se

atribuyeron a complicaciones de la coartación aórtica, de las cuales, la insuficiencia cardíaca representó un 26% de las muertes, a una edad media de 37 años. La ruptura aórtica (21%), la endarteritis bacteriana (18%) y la hemorragia intracraneal (12%) ocurrieron a una edad media de 25 a 29 años. En la actualidad la mortalidad de la patología oscila entre un 2.6-6% de los casos. (6-8)

La angioplastia percutánea con balón fue empleada por primera ocasión en 1982 avanzando su intervención y tratamiento en la última década con el uso de stents endovasculares. (12)

1.3. EPIDEMIOLOGÍA

Esta patología representa el 6 al 8% de las cardiopatías congénitas, siendo la anomalía congénita más comúnmente encontrada de la aorta torácica, con una frecuencia estimada de incidencia de cinco a ocho casos por cada 100.000 en la población general. Su prevalencia como forma aislada en México se ha reportado de 3 por cada 10,000 recién nacidos vivos. (9,10)

Su presentación se ha descrito con mayor frecuencia en el sexo masculino con una relación 1.5:1. (11) (14)

Existen otras alteraciones cardíacas asociadas, entre las más frecuentes encontramos a la aorta bivalva, defecto septal ventricular, conducto arterioso persistente, anomalías de la válvula mitral, como parte del espectro del síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, transposición de las grandes arterias, entre otras, siendo la cardiopatía asociada más frecuente la aorta bivalva con una prevalencia entre el 45 al 62%. En otros estudios, se ha reportado que hasta 22% con diagnóstico de aorta bivalva se encontró asociada una coartación aórtica. (11)

Determinar la coexistencia con dicha lesión es importante debido a que conlleva mayor riesgo de complicaciones aórticas, en un estudio de seguimiento de 341 pacientes con aorta bivalva y coartación aórtica se demostró un aumento

del riesgo hasta 7.5 veces para presentar complicaciones del arco aórtico, como insuficiencia aórtica y dilatación de la aorta ascendente. (10)

Como malformaciones extracardiacas, se ha reportado una relación directa entre los aneurismas intracraneanos hasta en 5-10% de los pacientes con diagnóstico de coartación aórtica. La mayoría de ellos descritos como saculaciones pequeñas, con bajo riesgo de ruptura espontánea.

Se puede presentar como una anomalía cardiaca aislada usualmente con presentación esporádica o encontrarse asociada a síndromes genéticos, entre los que destacan el Síndrome de Williams en 5% de los casos y el síndrome de Turner con una prevalencia del 18%, así como otras anomalías como síndromes congénitos por rubéola, trastornos neurocutáneos hereditarios como la neurofibromatosis, u otras anomalías vasculares como la arteritis de Takayasu, entre otros. (2)

Recientemente, se han descritos casos de coartación aórtica y otros padecimientos del lado izquierdo del corazón, como es el caso del Síndrome de Corazón Izquierdo Hipoplásico en pacientes con mutaciones en el gen NOTCH1, las cuales se ha comprobado participan en una transición mesenquimatosa alterada de las células endoteliales, cuya maduración es un paso importante para el desarrollo del tracto de salida del ventrículo izquierdo. (2,11)

1.4. EMBRIOLOGÍA

Embriológicamente, la aorta se desarrolla a partir de los arcos faríngeos y su sistema arterial, comenzando su crecimiento a partir de la tercera semana de gestación, evolucionando desde un patrón arterial del arco faríngeo primordial a la disposición arterial final en la octava semana de gestación. (12)

La aorta ventral primitiva forma el saco aórtico, que dará origen a los arcos árticos y la aorta dorsal primordial dará origen a la aorta descendente.

Existen seis pares de arcos faríngeos que contribuyen a la formación del arco aórtico y sus ramas. La porción primaria del arco aórtico se desarrolla a partir del cuarto arco faríngeo, el tercer y cuarto arco formarán posteriormente las ramas del arco aórtico y el sexto arco tendrá un papel fundamental en el desarrollo del conducto arterioso, cuyo tejido se incorporará al arco aórtico en etapas posteriores del desarrollo. (2,11)

El origen y explicación del desarrollo de la coartación aún no se conoce plenamente, sin embargo, existen algunas teorías para explicar su formación.

La primera sostiene que existe un desarrollo embriogénico anormal de la pared arterial y los vasos, dicha teoría se conoce como “embrionaria”, en la cual se describe el patrón de migración cefálica anormal en el desarrollo del arco aórtico, con esta premisa, la falta de migración en sentido cefálico de la arteria subclavia izquierda se origina en el lugar de la coartación, lo que da lugar a una retracción cuando el ductus se cierra, (13) otros autores sostienen una perspectiva “hemodinámica” mencionando que dicha estrechez se forma en consecuencia a un flujo sanguíneo fetal reducido a través de la aorta o su relación con patologías que generan obstrucción al flujo sanguíneo a las cavidades y estructuras izquierdas durante el desarrollo fetal. (14)

Finalmente, una última teoría, también llamada “teoría ductal” explica que el área de coartación se desarrolla debido la persistencia de tejido ductal accesorio o aberrante en la pared aórtica, el cual ocasiona constricción del lumen aórtico a nivel del istmo durante la regresión del conducto arterioso posterior al nacimiento. (13)

1.5. CLASIFICACIÓN Y FISIOPATOLOGÍA

De acuerdo a su clasificación anatómica, el arco aórtico puede dividirse en tres segmentos: el arco proximal, el cual se encuentra entre el tronco braquiocefálico y la carótida izquierda; el arco transversal o distal, entre la

carótida izquierda y la arteria subclavia izquierda y el istmo aórtico que se encuentra entre la subclavia izquierda y el ligamento arterioso. (22)

La coartación de la aorta se define como un estrechamiento del lumen aórtico ocasionado por un engrosamiento de su pared media, lo cual traduce una alteración histológica en la pared arterial en el área estrecha y su porción adyacente. (15)

Se ha clasificado anteriormente con base en su relación con el tejido ductal, su posición en el segmento aórtico, su edad a la presentación, la relación con la presencia o ausencia de hipoplasia del arco aórtico u otros defectos cardiacos asociados.

La primera clasificación fue realizada por Bonnet en el año 1903, clasificando dicha patología en una variedad “infantil” o “preductal” y una variedad “adulta” o “postductal”, dicha división basada principalmente de acuerdo a su asociación con la fisiopatología y por ende, a su presentación clínica. (8)

Posteriormente Van Praagh y colaboradores rechazaron dicha propuesta con la premisa de que se encontraban ante una clasificación imprecisa, ya que la mayor parte de las coartaciones se encontraban en yuxtaposición al conducto arterioso.

Finalmente, Amanto y colaboradores, incorporaron el concepto de hipoplasia del arco aórtico, sin embargo, dicha clasificación modifica la decisión de intervención quirúrgica. (7,11,16)

1.6. PRESENTACIÓN CLÍNICA Y HEMODINÁMICA

Como se mencionó anteriormente, su fisiopatología y su presentación clínica dependerán del área donde se localice la coartación, de su grado de estenosis y la relación que guarde con el conducto arterioso.

En los recién nacidos, en los cuales una gran parte de las coartaciones son importantes o acompañadas de hipoplasia del arco aórtico, las manifestaciones clínicas se darán posterior al cierre del conducto arterioso, si esto no ocurre, pueden cursar asintomáticos, debido a que la circulación sistémica y la perfusión serán dependientes de dicha estructura. (8,21)

Posterior al cierre del conducto arterioso, en el contexto de una coartación severa, se desarrollan tempranamente signos y síntomas de choque cardiogénico e hipoperfusión, tales como pulsos femorales y pedios disminuidos, llenado capilar lento, oligoanuria, acidosis metabólica, isquemia mesentérica, entre otros. En este escenario clínico, asegurar la persistencia del flujo a través del conducto arterioso será fundamental y vital para mantener el gasto y perfusión sistémicos. Ante el escenario de una coartación crítica, es importante mencionar que el diagnóstico durante el periodo de vida neonatal puede realizarse mediante tamizaje cardiológico mediante oximetría de pulso en pacientes con CoAo crítica y conducto arterioso permeable. (17)

En niños mayores, lactantes o escolares, el choque cardiogénico puede manifestarse, sin embargo, es mucho más infrecuente. El diagnóstico en dicha situación, se realiza asociado a hipertensión arterial en extremidades superiores, soplo sistólico supraesternal, disminución de los pulsos femorales y un gradiente diferencial de presión arterial entre extremidades inferiores y superiores. (11, 14)

1.7. DIAGNÓSTICO

El diagnóstico o sospecha inicial de la patología debe realizarse clínicamente, pudiéndonos guiar por un gradiente diferencial de presión entre las extremidades superiores e inferiores, el cual es usualmente de 20 mmHg, asociado con aumento de la palpación del pulso de la arteria radial, debilidad a la palpación del pulso femoral. Es importante mencionar, que existen casos raros y poco frecuentes en los que se presenta un origen anómalo de la arteria subclavia distal a la coartación, en estos pacientes, no existirá gradiente sistólico entre la extremidad superior ipsilateral y la extremidad inferior. (2,19)

La claudicación intermitente es poco frecuente y se debe a isquemia de las extremidades inferiores.

A la auscultación del borde paraesternal izquierdo puede identificarse un soplo sistólico áspero con irradiación a la espalda, en algunos casos puede asociarse a remito palpable en el hueco supraesternal. La auscultación de un soplo continuo deberá alertar para la búsqueda de colaterales arteriales en pacientes más grandes, lo cual disminuirá las manifestaciones clínicas de hipoperfusión. (11,16)

En caso de ser detectado en la edad adulta, puede ser encontrado como hipertensión arterial o en casos más severos, como hemorragia intracraniana secundario a ruptura de aneurismas cerebrales, falla cardíaca congestiva secundario a falla ventricular izquierda generada por la hipertrofia progresiva del ventrículo izquierdo. (19)

A pesar de establecerse un diagnóstico presuntivo mediante exploración cuidadosa de las manifestaciones de la enfermedad, dicho diagnóstico debe corroborarse mediante un estudio de imagen; el estudio de imagen de primer contacto es la radiografía de tórax, la cual puede ser normal en muchos casos, esto dependerá de la severidad de la coartación, en niños en etapa escolar, adolescentes y adultos jóvenes la imagen clásica es la del signo del número tres se puede observar en pacientes con dilatación pre y post estenótica de la aorta descendente y la subclavia izquierda. Puede o no existir cardiomegalia a expensas de hipertrofia ventricular izquierda. (8,11,17)

El muescas costales, conocidas también como Signo de Roesler, se pueden observar en situaciones particulares asociadas a formación de colaterales aortopulmonares con aumento de flujo a través de las arterias intercostales, es mucho más frecuente encontrarlas en niños en etapa escolar. (11)

Se puede realizar un electrocardiograma en el cual observaremos datos sugestivos de hipertrofia ventricular izquierda con sobrecarga sistólica.

La angiografía ha sido el "estándar de oro" para el diagnóstico de la coartación aórtica, ya que permite definir las características anatómicas del arco aórtico así como la presencia o ausencia de circulación colateral, permite medir el gradiente sistólico pico de forma precisa, sin embargo, este método diagnóstico es invasivo, caro y no aceptado fácilmente por algunos pacientes. (20)

La ecocardiografía transtorácica continúa siendo el estudio diagnóstico de elección para confirmar el diagnóstico de CoAo debido a su utilidad, seguridad y capacidad para evaluar los parámetros hemodinámicos asociados a la coartación, así como evaluación de la función cardíaca y anormalidades asociadas. La ecocardiografía también es muy valiosa para detectar la reacoartación postoperatoria, la formación de un aneurismas aórticos, entre otras complicaciones. (21)

El objetivo principal del estudio radica en el estudio anatómico y características del arco aórtico así como la identificación y severidad de la coartación, se deberá determinar adecuadamente la anatomía cardíaca mediante el análisis secuencial segmentario, la evaluación de los gradientes mediante evaluación del flujo a través del arco y evaluación de la presión pulmonar u otras anomalías intracardiacas asociadas. (21,22)

Mediante estudio ecocardiográfico bidimensional en la ventana supraesternal e infraclavicular izquierdo y derecho, se podrá identificar el arco aórtico en su totalidad, el istmo, conducto arterioso y aorta descendente, es importante mencionar que estos dos últimos segmentos pueden ser difíciles de obtener mediante este método de estudios. Durante el estudio detallado del arco aórtico y sus segmentos se utilizará la modalidad 2D, color, Doppler pulsado y continuo. (21-24)

En primer lugar, se obtendrá la vista de la aorta en plano transversal, con la aorta ascendente en posición craneal, permitiendo identificar la aorta

ascendente y el arco transverso, así como la ramificación de los vasos supra aórticos, en esta vista, se podrá caracterizar la lateralidad del arco aórtico y si existe abarrotamiento de las arterias subclavias. (25)

Posteriormente, en un plano sagital, se visualizará el eje largo del arco aórtico, permitiendo identificar los segmentos desde la aorta ascendente hasta la porción proximal de la aorta descendente, para realizar la medición de los diámetros de dichos segmentos, se debe medir desde el borde interior hasta el borde interior de las imágenes bidimensionales en sístole. (24)

Estas mediciones deben usarse para informar las puntuaciones z ajustadas por la superficie corporal para determinar el tamaño relativo de los segmentos de la aorta en comparación con la población general. (Z Score) (19,21)

Es importante realizar con precisión las mediciones del arco, ya que ello nos permitirá identificar la presencia o ausencia de hipoplasia aórtica, la cual se define como un tamaño del arco proximal equivalente al 60% de la aorta ascendente, un arco distal equivalente al 50% o un istmo del 40% del tamaño de la aorta ascendente. Otras definiciones lo clasifican como un diámetro interno del arco transverso menor de 1 mm por cada kilogramo de peso corporal o un Z Score menor o igual a dos desviaciones estándar para la población normal. (21, 26)

En caso de existir un conducto arterioso persistente debe realizarse la evaluación del flujo a través del mismo.

Se identifica posteriormente el área más estrecha de la aorta obteniéndose mediciones por ecocardiografía 2D. El análisis del Doppler de onda de pulso y de onda continua a través del sitio de la coartación permite evaluar el patrón de aceleración con una velocidad sistólica de flujo elevada, seguida de una desaceleración gradual durante la diástole. (24)

Mediante el uso de la ecuación de Bernoulli, se puede medir el gradiente de presión sistólica máxima a través del sitio de la coartación. El gradiente de presión aislado como parámetro para definir estrechamiento o estenosis aórtica

a menudo es inadecuado porque los flujos en análisis mediante eco doppler pueden verse afectadas por el gasto cardíaco, la longitud de la lesión, la presencia de vasos colaterales y la distensibilidad aórtica. En coartaciones severas, el flujo anterógrado a través del sitio de estenosis puede estar tan disminuido que en contadas ocasiones no permite la valoración de la velocidad del flujo o los gradientes de presión. (26, 27)

En diversos estudios se han identificado otros parámetros para valorar severidad de la coartación aórtica, entre ellos, se encuentra una velocidad incrementada del flujo entre la aorta proximal y distal en sístole así como persistencia del flujo o altas velocidades durante la diástole ventricular, también se observa una continuidad del flujo diastólico con pérdida del patrón pulsátil o un patrón alterado en la aorta abdominal. Las velocidades diastólicas mayores a 1.93 m/s han demostrado correlación con el índice de coartación aórtica medido por resonancia magnética. (27)

Es importante mencionar que la valoración del gradiente sistólico pico de presión obtenido mediante ecocardiografía ha sido validado como una técnica confiable de evaluación similar a un gradiente clínico de presión o la medición mediante cateterismo.

Debido a que las alteraciones del arco aórtico pueden formar parte de un espectro de alteraciones del corazón izquierdo, se deben descartar otras malformaciones asociadas en el tracto de salida del ventrículo izquierdo, incluyendo la valva mitral, alteraciones en la región subvalvular y supra valvular aórticas, así como un análisis detallado de la morfología valvular y su unión con la aorta proximal mediante el análisis de los flujos. (22,26)

Se pueden identificar defectos cardíacos asociados, no relacionados con la patología aórtica como defectos interauriculares, interventriculares o alteraciones del retorno venoso pulmonar.

Finalmente, se debe realizar la estimación de la presión media pulmonar, realizar mediciones para evaluar el tamaño, masa, grosor y diámetro ventricular izquierdo.

Como se mencionó anteriormente, a pesar de que la ecocardiografía cardíaca es generalmente la primera prueba de imagen debido a su facilidad de uso y a la ausencia de radiación ionizante, no todos los segmentos de la aorta pueden evaluarse de manera óptima con esta modalidad por lo cual la tomografía computada (TC) y/o resonancia magnética (RM) se utilizan frecuentemente para la planificación y el seguimiento quirúrgico y postquirúrgico, estas modalidades diagnósticas pueden proporcionar excelentes detalles anatómicos, permitiendo la identificación de defectos cardiacos asociados, en algunos casos, como en el empleo de RM, se puede realizar valoración de la función ventricular. (28)

Se ha reportado la existencia de nuevas técnicas de imagen de contraste de fase, las cuales permiten determinar el gradiente de presión a través del segmento de coartación. (28, 33)

Como desventaja, el empleo de radiación ionizante en el caso de la CT conlleva a evaluación detenida considerando en qué momento y en qué pacientes será beneficioso exponerse a dicha radiación durante el seguimiento, por lo que la RM puede ser una mejor herramienta diagnóstica. Sin embargo, el costo de estas modalidades continúa siendo elevado, existen algunas contraindicaciones para su uso y en algunos países no se cuenta con el recurso con amplia facilidad. (4, 8, 28)

1.8 TRATAMIENTO

El tratamiento en el periodo neonatal es fundamental debido a la presentación clínica tan severa. En edades posteriores, de no ser tratada la patología la sobrevida alcanza la edad adulta temprana con secuelas como falla cardíaca congestiva, endocarditis, ruptura aórtica y hemorragia cerebrovascular.

En neonatos a niños menores de 3 meses de edad, la resección quirúrgica es la terapéutica de elección. Se han descrito diversas técnicas quirúrgicas, la elección de cuál será la adecuada depende de la edad y la anatomía del arco aórtico, en la actualidad, la técnica quirúrgica de elección consiste en la coartectomía extendida con anastomosis termino terminal mediante toracotomía lateral, en pacientes mayores con un segmento coartado de mayor longitud puede realizarse la aortoplastía con parche mediante esternotomía media, sin embargo, mediante estudios e investigación continua se ha observado que a largo plazo la aortoplastía con parche se asocia a mayor riesgo de recoartación y otras complicaciones que se mencionarán posteriormente. (18,19)

Evolución del Tratamiento Quirúrgico:

La primera cirugía realizada para dicha patología fue la realizada en 1944 por Crafoord y Gross vía toracotomía lateral, la cual involucraba la resección simple del segmento coartado con posterior anastomosis de los extremos seccionados, sin embargo, por la importante morbilidad de esta técnica se desarrollaron nuevas formas de intervención quirúrgica. (21, 29)

Fue desarrollada posteriormente la aortoplastía con parche, la cual consiste en la ampliación el segmento coartado mediante uso de material protésico, en primer lugar, se realiza ligadura y sección del tejido ductal mediante toracotomía lateral, se realiza resección del segmento coartado, se incide longitudinalmente a la pared aórtica y se sutura un parche protésico en el área de incisión para ampliar dicho segmento. Inicialmente, se utilizó como material protésico el Woven-Dacron, posteriormente el politetrafluoroetileno (PTFE), sin embargo a pesar de una disminución discretamente significativa en la incidencia de recoartación, se asoció a mayor formación de aneurismas, demostrándose posteriormente que hasta 25% de los casos en los cuales fue empleada dicha técnica presentaron recurrencia de la estenosis y el 7% deformación aneurismática de dicha porción aórtica. (21)

La aortoplastia con colgajo de arteria subclavia se describe posteriormente en 1966 por Waldhausen y Nahrlwold como técnica alternativa para disminuir las complicaciones previamente identificadas en la ampliación con parche. En esta cirugía, se realiza pinzamiento transversal de aorta proximal a la subclavia izquierda y distal a la coartación. El abordaje quirúrgico es mediante toracotomía lateral. (18, 20, 21)

Posteriormente se liga y se secciona el conducto arterioso, se liga la arteria subclavia izquierda y se realiza una incisión a lo largo de su cara inferior hacia el istmo aórtico a través de la coartación. Dicho colgajo se pliega y se sutura en el sitio de incisión de la coartación para generar una ampliación luminal de la aorta.

En esta técnica la mayor ventaja es el uso de material autólogo con el potencial de crecimiento del segmento reparado, sin embargo, las desventajas reportadas incluyen el compromiso circulatorio del brazo izquierdo pudiendo evolucionar a isquemia, aneurismas aórticos y la reincidencia de coartación hasta un 23%. (29)

La coartectomía extendida con anastomosis término-terminal representa actualmente la técnica quirúrgica elegida en la mayor parte de los centros quirúrgicos, ésta fue descrita por Amato en 1977 y se prefiere actualmente para tener un mejor manejo del tejido ductal residual así como otras anomalías asociadas del arco aórtico como hipoplasia del arco transversal. La recoartación se ha reportado hasta un 12-18% de los pacientes con una mortalidad del 7%. Sin embargo, la incidencia de recoartación puede aumentar hasta 25% en pacientes con hipoplasia severa del arco aórtico. (29, 35)

La técnica consiste en la realización de una toracotomía lateral o esternotomía media, en una menor proporción de casos, con resección del segmento coartado y tejido ductal remanente, la incisión se realiza a través del arco proximal con extensión al arco transversal para posteriormente realizar la anastomosis de dicho segmento a la aorta descendente.

Las ventajas de esta reparación incluyen la resección de todo el tejido ductal, la ampliación del arco en los casos con hipoplasia importante y el uso de

tejido autólogo que permite el crecimiento de dicho segmento, así como la preservación de la arteria subclavia izquierda. Las desventajas, incluyen una posible tensión de la sutura pudiendo incrementar la morbilidad por sangrado en el postquirúrgico temprano. (31)

Los últimos estudios realizados han concluido que posterior a la realización de esta técnica la tasa de mortalidad disminuye, así como las complicaciones postquirúrgicas y una disminución en la incidencia de recoartación del 4 al 13% con un seguimiento hasta 5 a 10 años.

Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos para su diagnóstico, identificación temprana de complicaciones y desarrollo de la técnica quirúrgica, su presencia persiste durante el seguimiento clínico. (29, 30)

El manejo de la coartación aórtica recurrente a largo plazo es complicada, especialmente si involucra un segmento largo de la aorta o se encuentra relacionado a hipoplasia del arco aórtico. (30)

1.9 RECOARTACIÓN AÓRTICA COMO COMPLICACIÓN POSTERIOR A LA CIRUGÍA

Se han estudiado diversas complicaciones asociadas a la corrección quirúrgica de la coartación de la aorta, afortunadamente, debido a el avance de las diversas técnicas quirúrgicas, la mortalidad posterior a la cirugía para coartación aislada es casi inexistente en la mayoría de los centros de amplia experiencia, sin embargo, persisten algunas otras que aumentan la morbilidad siendo una de las más importantes el riesgo de obstrucción recurrente del arco aórtico, se han estudiado diversos factores de riesgo asociados que se mencionarán posteriormente.

En la actualidad, se sabe que la recoartación e la aorta es frecuente después de la reparación quirúrgica primaria en el recién nacido y el lactante pequeño, de igual forma, la eliminación inadecuada del tejido ductal, la falta de

tratamiento de la hipoplasia del arco aórtico y la tensión de la línea de sutura son factores importantes en la recidiva temprana. (29,30)

Las técnicas quirúrgicas más relacionadas son la reparación estándar de resección y anastomosis simple término-terminal, arterioplastia de colgajo subclavio, y aortoplastía con parche. (36)

Dodge-Khatami, et. Al. Realizaron una revisión de 40 años de pacientes operados de corrección de coartación concluyendo que la anastomosis simple termino terminal y la reparación con colgajo subclavio tuvieron la mayor incidencia de recoartación, especialmente cuando se asocia con hipoplasia del arco aórtico. Recomendaron que en la actualidad se realice coartectomía extendida con anastomosis término-terminal para la reparación de recién nacidos y lactantes y la aortoplastia con parche de Gore-tex para niños mayores de 1 año, observando una disminución de la recidiva de estenosis. Finalmente reportaron que la recurrencia es mucho más común en pacientes menores de 30 días de vida debido a las comorbilidades asociadas. (18,21)

En dicho estudio, posterior a la evaluación de diversas técnicas quirúrgicas, se presentó recoartación en el 49% de los casos, una morbilidad no asociada a re-estenosis del 10%, incluyendo parálisis de cuerdas vocales, hipertensión paradójica, quilotórax, epilepsia y sangrado intracraneal. Finalmente se reportó una mortalidad del 2%. El tiempo promedio de recoartación reportado en el estudio fue de 2.7 años. (18-21)

De acuerdo a la literatura, la incidencia de recoartación posterior a una coartectomía simple con anastomosis termino terminal se reporta de un 6 a 86%. Otros reportan un riesgo de recurrencia del 18%, sin embargo, con un universo de estudio mucho más reducido. Para otras técnicas como el colgajo de subclavia y la aortoplastía con parche se reporta una incidencia de 63 y 43% respectivamente. (29)

En la actualidad, la mayor parte de pacientes es corregida mediante la coartectomía extendida con anastomosis término terminal (CETT), la cual, de acuerdo a la literatura posee un riesgo de recoartación del 33%. (30)

Dodge, et. Al, describieron que el riesgo de recoartación en pacientes operados de CETT se ha visto en mayor parte asociado a las características de la sutura, si esta es continua y el tiempo de pinzamiento aórtico cuando éste excede la primera hora. (18)

Vosschulte, et. Al, (32) reportaron que la técnica mediante aortoplastía con parche de Goretex presenta una incidencia de recoartación entre 2-21%, dicho riesgo incrementa en población neonatal debido a que en niños mayores, permite una disección y resección mucho más extensa, preservación de colaterales y una anastomosis libre de tensión en el sitio de sutura. En los pacientes en los que se utilizó parche de Dacron, se incrementó el riesgo de aneurisma del parche hasta en 13%, a diferencia del PTFE en 8%

Se observa con mayor frecuencia durante el primer año de vida o posterior al primer año de corrección y de forma excepcional ocurre en el paciente adulto. (48)

Brouwer et al, (33), sugirieron que el peso del lactante era un predictor de recoartación más importante que la edad por sí sola. McElhinney et al (41), estudiaron el factor del bajo peso (<1.5 kg) como factor de riesgo aislado para recoartación aórtica,

De igual manera, múltiples estudios han reportado tasas de recoartación del 17.5%-25% en pacientes sometidos a angioplastía con balón como procedimiento intervencionista inicial, americano posteriormente corrección quirúrgica. El riesgo de re-estenosis posterior a la primera cirugía y procedimiento intervencionista se reporta en un 8% (34)

Se ha definido como recoartación aórtica o recurrencia de la obstrucción del arco aórtico como un gradiente de presión arterial mayor a 20 mmHg,

velocidad pico a través del arco aórtico mayor de 3.5 m/s, gradiente máximo de 20 mmHg o medición a través de cateterismo determinándose un gradiente pico a pico mayor a 20 mmHg en los primeros 2 a 5 años postquirúrgicos. Adamson y cols, ajustaron dichos parámetros encontrando que la velocidad máxima del flujo doppler a partir de 2.5 m/s es una variable cualitativa significativa para la evaluación de recoartación. Otros estudios mencionan como variables clínicas asociadas en estudios retrospectivos con sensibilidad y especificidad variable a el diámetro inicial de la aorta ascendente y el istmo aórtico y el tamaño de la istmo aórtico postquirúrgico. (33, 35)

El curso temporal de la coartación recurrente es incierto, y en los muchos casos que se identifican durante el primer año postoperatorio, la coartación residual en lugar de la recoartación puede ser la explicación. (34)

La importancia de su identificación temprana radica en que se asocia con un incremento de la morbilidad como en hipertensión recurrente como con un aumento de la tasa de mortalidad.

En su valoración ecocardiográfica bidimensional es de importancia la visualización directa del sitio de recoartación, la medición de los diámetros de los segmentos de la aorta y arco aórtico.

El Doppler espectral y color demuestra un flujo de alta velocidad en la aorta descendente en la mayoría de los casos, con una prolongación característica del flujo a lo largo de la diástole.

La velocidad máxima en la aorta descendente como medida del gradiente se correlaciona bien con el cateterismo cardíaco. (27)

La reparación quirúrgica de la recoartación es segura y eficaz, pero la angioplastia con balón es una alternativa aceptable y es el tratamiento de elección en muchos centros, se ha descrito que en el 72% de los pacientes en los que la dilatación fue exitosa no se requirió más intervención durante un seguimiento de 12 años. (31, 36)

1.10. INDICE DE COARTACIÓN AÓRTICA

El índice de coartación aórtica, definido inicialmente como la relación entre el diámetro del segmento más estrecho de la aorta entre el diámetro de la aorta ascendente, es una medición ecocardiográfica que se ha empleado como una técnica para identificar factores predictivos de una recurrencia en la obstrucción del arco aórtico o recoartación aórtica, de forma inicial fue empleado como estrategia de monitorización en pacientes con patología aórtica en pacientes univentriculares, como en el Síndrome de Corazón Izquierdo Hipoplásico operados de cirugía de Norwood.

Adamson, G., y colaboradores, realizaron la validación de dicho índice en pacientes con coartación aórtica en una fisiología biventricular mediante seguimiento de neonatos operados de cirugía correctiva de coartación aórtica durante 4 años. (35)

Se han realizado diversos estudios para determinar el punto de corte de dicha relación, en algunos reportes, se encuentra validado en pacientes con fisiología biventricular como un valor menor a 0.7, como descrito por Adamson y colaboradores, en otros estudios realizados en pacientes univentriculares reportan valores iniciales menores hasta 0.25, sin embargo, en este punto de corte la evaluación se ha validado mediante resonancia magnética.

Es importante mencionar que otros índices ecocardiográficos han sido reportados en la literatura, dichos índices, surgieron ante la necesidad de crear nuevos métodos de evaluación para no tomar en cuenta como único parámetro de diagnóstico al gradiente máximo medido por Doppler a través del sitio de coartación, ya que dicho gradiente, depende directamente de la severidad de la coartación, de la función ventricular y del flujo diastólico reverso, sin embargo dicho índices han sido aplicados en pacientes previos a la corrección quirúrgica en el contexto de coartaciones áorticas severas.

Dodge-Khatami et al, (18), describieron por primera vez el índice carotídeo-subclavio (índice CSA) que se define como la relación entre el diámetro del arco aórtico entre la distancia medida entre la arteria carótida izquierda y la subclavia izquierda, el cual es sugestivo de coartación aórtica cuando se obtiene un

resultado menor a 1.5, con una sensibilidad del 94% y una especificidad del 92%. (24)

Otra medición descrita es la relación ID, definido como el diámetro del istmo entre el diámetro de la aorta descendente, con un punto de corte de 0.65. (25)

La mayor ventaja de éstas mediciones es que se pueden obtener de forma sencilla por medio de una vista supraesternal en un ecocardiograma 2D y son independientes del gradiente, sin embargo, tienen como desventaja que han sido validados en una población pequeña de pacientes y hay escasos estudios en pacientes pediátricos, por ejemplo, el índice carotídeo-subclavio ha sido estudiado en pacientes menores de 3 meses de edad, en pacientes con diagnóstico de coartación aórtica aislada, previo a su corrección. Mívelaz, Y., et al, validaron el uso de el índice CSA en población pediátrica realizando una cohorte retrospectiva en 86 pacientes, en dicho estudio, concluyen que una relación menor de 1.5 es altamente sugestiva de coartación independiente de la edad u otra cardiopatía asociada. (24, 25)

Wu, et. al. Validaron el uso de la relación I/D como herramienta para el diagnóstico de coartación aórtica en neonatos con conducto arterioso realizando el estudio de 36 neonatos, de los cuales, el 75% contaban con una anomalía intracardiaca asociada. Se tomó como valor de corte una relación menor a 0.64 con una sensibilidad de 91% y especificidad del 99%. Sin embargo, este índice no ha sido validado posteriormente en población pediátrica fuera del periodo neonatal. (19, 25)

Esto nos lleva nuevamente al estudio de Adamson y Cols (35), quienes validaron como punto de corte el índice de coartación aórtica menor a 0.7 como una herramienta cuantitativa no invasiva válida para identificar pacientes que requieren un seguimiento ambulatorio cercano para controlar y prevenir la recurrencia de la obstrucción del arco aórtico y la disfunción ventricular izquierda asociada, sin embargo, dicho estudio, como la mayoría de ensayos que han estudiado dicha herramienta es en una pequeña población de pacientes por lo que se necesitan más estudios prospectivos para validarlo como herramienta clínica. (38, 40)

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La coartación de aorta representa una de las cardiopatías más frecuentes en la infancia, la cual amerita intervención quirúrgica en una mayor proporción de casos, a pesar de la modificación y evolución de las técnicas de intervención quirúrgica, la recoartación aórtica continúa siendo una complicación que conlleva elevada morbilidad y necesidad de reintervención futura, por lo cual, su identificación temprana mediante herramientas diagnósticas de uso cotidiano es de vital importancia para el seguimiento de nuestros pacientes.

3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuál es el perfil epidemiológico de los pacientes con diagnóstico de coartación aórtica?
2. ¿Cuáles son los hallazgos clínicos y ecocardiográficos encontrados en los pacientes con diagnóstico de coartación aórtica?
3. ¿Cuál es el perfil epidemiológico de los pacientes que presentaron recoartación aórtica posterior a la corrección quirúrgica?
4. ¿Cuáles son las características demográficas de la población afectada?
5. ¿Cuáles son los factores de riesgo asociados a la presentación de recoartación aórtica post-quirúrgica?
6. ¿Existe alguna relación entre las características prequirúrgicas y quirúrgicas de los pacientes y la incidencia de recoartación aórtica?
7. ¿Cuál es el perfil ecocardiográfico encontrado en los pacientes con recoartación aórtica?

8. ¿Es de utilidad el empleo índice de recoartación de aorta como parámetro cuantitativo de predicción de recurrencia?

4. JUSTIFICACION

La coartación de aorta representa una cardiopatía frecuente en la infancia, representando hasta un 8% del total de las cardiopatías congénitas en la etapa pediátrica, con una incidencia de 8 casos por cada 100,000 pacientes, actualmente el pronóstico y la historia natural de la enfermedad se han modificado drásticamente con la evolución de las técnicas quirúrgicas, sin embargo, persisten complicaciones tempranas y tardías de importancia hemodinámica que ameritan su seguimiento estrecho en su etapa postquirúrgica, una de ellas es la recoartación de la aorta, pudiendo presentar una incidencia de incluso 25% en el periodo postquirúrgico y con ello, requerir una intervención temprana.

Existen diversas técnicas de diagnóstico y seguimiento para los pacientes operados de coartación, sin embargo, el ecocardiograma continúa siendo la herramienta más útil, debido a que no amerita invasión o radiación, es de bajo costo y proporciona datos anatómicos y funcionales importantes permitiendo una correcta identificación de la recurrencia de la obstrucción aórtica, por ende, la evaluación y análisis de los hallazgos ecocardiográficos durante el seguimiento post operatorio nos permitirá identificar con mayor facilidad a esta población y otorgar seguimiento con mayor cautela a los pacientes con mayor riesgo.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

- Describir las características clínicas, demográficas y ecocardiográficas de los pacientes con diagnóstico de recoartación aórtica del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez en el periodo 2011-2021 para identificar factores de riesgo y la utilidad de la medición de parámetros

ecocardiográficos específicos durante su seguimiento para su identificación y tratamiento tempranos en futuras valoraciones.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características demográficas de los pacientes con diagnóstico de coartación aórtica que fueron llevados a corrección quirúrgica.
- Determinar el patrón ecocardiográfico en los pacientes post operados de cirugía correctiva de coartación aórtica.
- Determinar el patrón ecocardiográfico en los pacientes post operados de cirugía correctiva de coartación aórtica que presentaron posteriormente recoartación aórtica
- Determinar factores de riesgo quirúrgicos y demográficos asociados a la recurrencia de obstrucción del arco aórtico.
- Determinar la utilidad del índice de recoartación aórtica para predecir el riesgo de recurrencia de obstrucción en pacientes corregidos quirúrgicamente de coartación aórtica.

6. MATERIAL Y MÉTODO DE ESTUDIO

6.1 DISEÑO DEL ESTUDIO: Observacional, retrospectivo, descriptivo y longitudinal.

6.2 UNIVERSO DE ESTUDIO: Pacientes del Servicio de Cardiología Pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez con diagnóstico de coartación de aorta que hayan sido llevados a corrección quirúrgica en el año de 2011-2021.

6.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN: Todos los expedientes de los pacientes menores de 18 años de edad con fisiología biventricular que fueron llevados a corrección quirúrgica de la coartación de Aorta del año 2011-2021.

6.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Expedientes de pacientes que no contaron con el diagnóstico establecido de coartación de aorta.
- Expedientes de pacientes con diagnóstico de interrupción del arco aórtico o presencia de coartación aórtica como anomalía asociada a otra patología cardíaca como doble vía de salida del ventrículo derecho, canal aurículo ventricular o transposición de grandes arterias.
- Expedientes de pacientes con diagnóstico de coartación de aorta que no hayan sido llevados a corrección quirúrgica de la patología.
- Expedientes de pacientes con variables ecocardiográficas, clínicas o demográficas incompletas.
- Expedientes de pacientes que hayan perdido seguimiento clínico posterior a la corrección quirúrgica de coartación aórtica.

6.2.3. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN: No aplicables para el diseño de este estudio.

7. ASPECTOS ÉTICOS

Esta investigación no tiene riesgos ya que solo se analizaron los datos recabados de los expedientes de los pacientes sin realizar ningún tipo de intervención en el paciente.

8. RECURSOS Y FINANCIAMIENTO

Recursos proporcionados por el Instituto Nacional de Cardiología: Instalaciones las cuales constan de hospitalización en piso de pediatría y equipos de cómputo para realizar búsqueda de información y recolección de datos. Expedientes físicos y electrónicos.

Recursos proporcionados por el tesista: Equipo de cómputo para recolección de datos, con Microsoft Excel y programa SPSS. Material de oficina para la captura inicial de la base de datos.

9. TABLA DE VARIABLES

DEMOGRÁFICAS	PREQUIRÚRGICAS	QUIRÚRGICAS	POSTQUIRÚRGICAS	RECOARTACIÓN
<p>1. Sexo</p> <p>2. Edad al momento del estudio</p> <p>3. Edad al diagnóstico</p> <p>4. Edad a la cirugía</p> <p>5. Edad a la recoartación</p> <p>6. Síndrome genético</p> <p>7. Diagnóstico prenatal</p>	<p>1. Mediciones de la aorta:</p> <p>1.1 Diámetro unión sinotubular</p> <p>1.2 Z Score UST</p> <p>1.3 Diámetro Arco Transverso</p> <p>1.4 Z Score Arco Transverso</p> <p>1.5 Diámetro Ao Descendente</p> <p>1.6 Z Score Ao Descendente</p> <p>2. Gradiente clínico al diagnóstico</p> <p>3. Gradiente sistólico máximo CW arco Ao</p> <p>4. Defectos intracardiacos asociados</p> <p>4.1 Comunicación interventricular</p> <p>4.2 Comunicación Interauricular</p> <p>4.3 Hipoplasia del Arco Aórtico</p> <p>4.4 Alteraciones de la válvula mitral</p> <p>4.5 Hipertensión arterial pulmonar</p> <p>4.6 Estenosis aórtica</p> <p>4.9 Arteria subclavia aberrante</p> <p>5. Disfunción sistólica ventricular izquierda</p> <p>6. Disfunción diastólica ventricular izquierda</p> <p>7. Continuación del flujo diastólico en la Ao abdominal</p> <p>8. Velocidad sistólica máxima medida por doppler CW en arco Ao</p>	<p>1. Técnica quirúrgica empleada</p> <p>1.1</p> <p>Coartectomía simple con anastomosis TT</p> <p>1.2</p> <p>Coartectomía extendida con anastomosis TT</p> <p>1.3</p> <p>Ampliación con parche</p> <p>2. Abordaje quirúrgico</p> <p>2.1</p> <p>Toracotomía lateral</p> <p>2.2</p> <p>Esternotomía media</p> <p>3. Uso de Circulación extracorpórea</p> <p>4. Tiempo de circulación extracorpórea</p> <p>5. Tiempo de pinzamiento aórtico</p>	<p>Mediciones de la aorta:</p> <p>1.1 Diámetro unión sinotubular</p> <p>1.2 Z Score UST</p> <p>1.3 Diámetro Arco Transverso</p> <p>1.4 Z Score Arco Transverso</p> <p>1.5 Diámetro Ao Descendente</p> <p>1.6 Z Score Ao Descendente</p> <p>3. Gradiente sistólico máximo CW arco Ao</p> <p>5. Disfunción sistólica ventricular izquierda</p> <p>6. Disfunción diastólica ventricular izquierda</p> <p>7. Continuación del flujo diastólico en la Ao abdominal</p> <p>8. Velocidad sistólica máxima medida por doppler CW en arco Ao</p>	<p>1. Presencia o ausencia de recoartación</p> <p>2. Gradiente máximo en sitio de re estenosis por Doppler CW</p> <p>3. Gradiente clínico de presión arterial</p> <p>4. Gradiente pico medido por cateterismo</p> <p>5. Índice de recoartación</p>

10. RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó una cohorte retrospectiva en pacientes que fueron llevados a corrección quirúrgica de coartación aórtica en el Instituto Nacional de Cardiología en el periodo comprendido de 2010-2021. Se extrajeron los datos clínicos de los expedientes médicos, incluyendo variables demográficas, anatómicas, quirúrgicas y postquirúrgicas.

Se revisaron en total 240 expedientes de pacientes con diagnóstico de coartación aórtica y que fueron llevados a cirugía para su corrección. Posterior a la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión establecidos previamente, se incluyeron 60 pacientes, los cuales fueron llevados a su corrección total mediante cirugía. Los pacientes con diagnóstico de interrupción de arco aórtico y otras cardiopatías complejas asociadas fueron excluidos.

Se realizó análisis descriptivo para comparar las características de los pacientes. El análisis estadístico se realizó utilizando el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 24.0 (SPSS Inc). Las frecuencias se dieron como números absolutos y porcentajes. Para los datos continuos distribuidos normalmente, se utilizaron la media y la desviación estándar (media \pm DE). Para los datos continuos no distribuidos normalmente, se utilizó la mediana con rango de datos (mínimo a máximo).

Se realizó un análisis de regresión logística para evaluar las asociaciones entre las variables demográficas, prequirúrgicas, quirúrgicas y posoperatorias y el desarrollo de recoartación aórtica. Para datos continuos distribuidos normalmente, se utilizó la prueba t para datos no apareados, para datos continuos distribuidos normalmente no se utilizó la prueba U de Mann-Whitney. Aplicamos la prueba de la χ^2 para comparar frecuencias en los dos grupos. Se dicotomizaron las variables del índice de coartación aórtica (<0.7) y Z Score (<-2) para el istmo aórtico. Se aceptó como significancia estadística cuando $p < 0.01$ (Tabachnick; Fidell, 2014).

El tiempo medio de seguimiento de los pacientes fue de 52 meses. La edad media al diagnóstico fue de 24 meses con una mínima de 1 día de vida y máxima de 8 años; la edad media a la corrección quirúrgica fue de 37 meses.

Adicionalmente, se integró la edad actual de los pacientes, donde la media fue de 4 años, con un mínimo de 24 meses y un máximo de 228 meses.

La distribución en cuanto al sexo fue 1.5:1, donde 36 pacientes, equivalentes al 60% fueron del sexo masculino y 24 pacientes del sexo femenino, representando el 40% de los pacientes.

Se realizó diagnóstico prenatal en el 5% de los pacientes.

De los 60 pacientes estudiados, se encontró que 8 pacientes equivalentes al 13% tuvieron algún síndrome genético diagnosticado, el más común fue el Síndrome de Turner en 6.7%, consecutivamente Síndrome de Down en 3.3%, Síndrome de Williams 1.7% y Síndrome de Ehlers Danlos en 1.7%. (Figura 1)

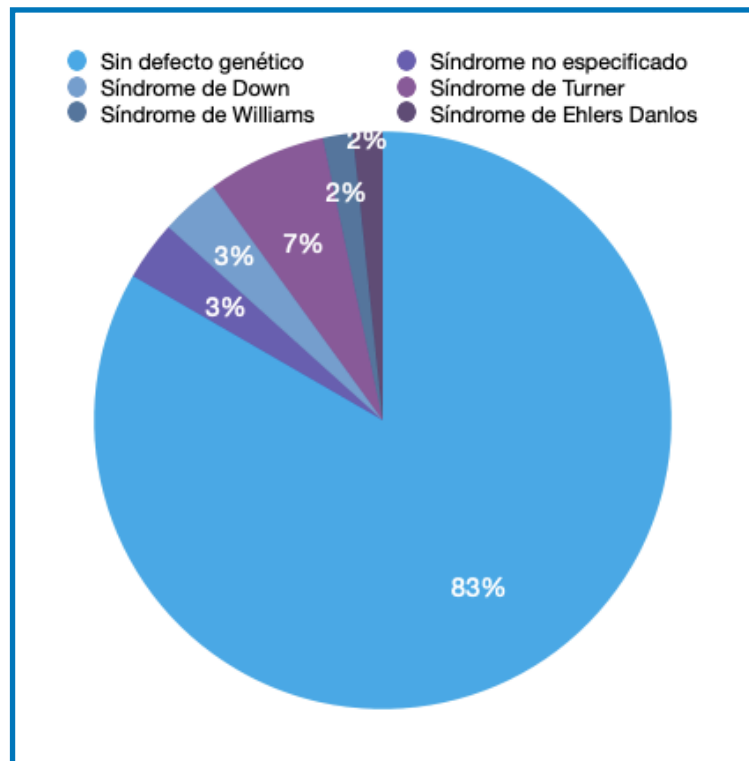


Figura 1. Síndromes genéticos asociados a CoAo. Fuente: Departamento de Cardiología Pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

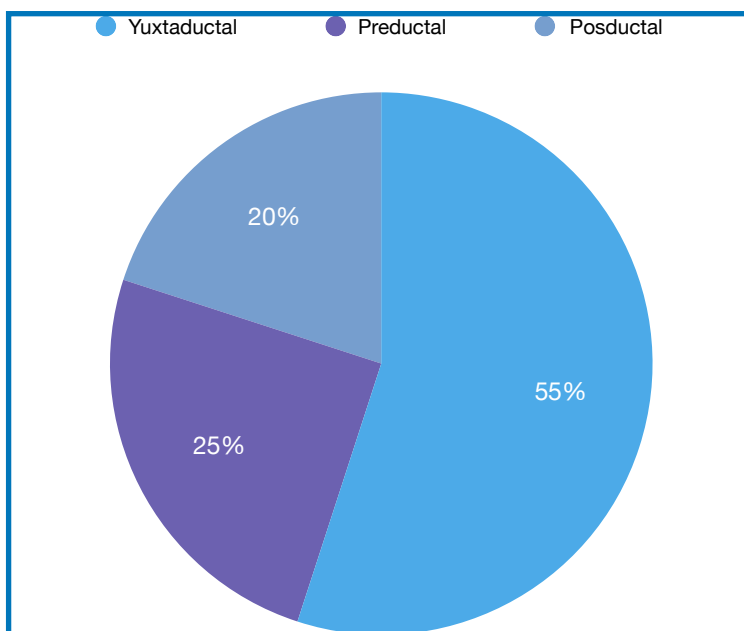


Figura 3. Frecuencia de localización de CoAo en relación a CA. Fuente: Departamento de Cardiología Pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

La lesión cardíaca más frecuente fue la aorta bivalva en 27 pacientes, equivalentes al 45%, dicha prevalencia es similar a lo que se reporta en la literatura, seguida de la comunicación interventricular en 42%, alteraciones de la válvula mitral en 32% de los pacientes, de las cuales las más frecuentes fueron la válvula mitral el paracaídas, seguido de las cuerdas tendinosas cortas y el prolapso de la valva anterior. Dos pacientes presentaron diagnóstico de Complejo de Shone (3%). Finalmente, se encontró comunicación interauricular en 22%. Se reportó estenosis aórtica en el 5% de los casos y una arteria subclavia aberrante en el 4%. (Figura 2)

El arco aórtico se encontró hipoplásico en el 80% de los pacientes y la presión arterial pulmonar al diagnóstico se presentó elevada en el 58% de los pacientes.

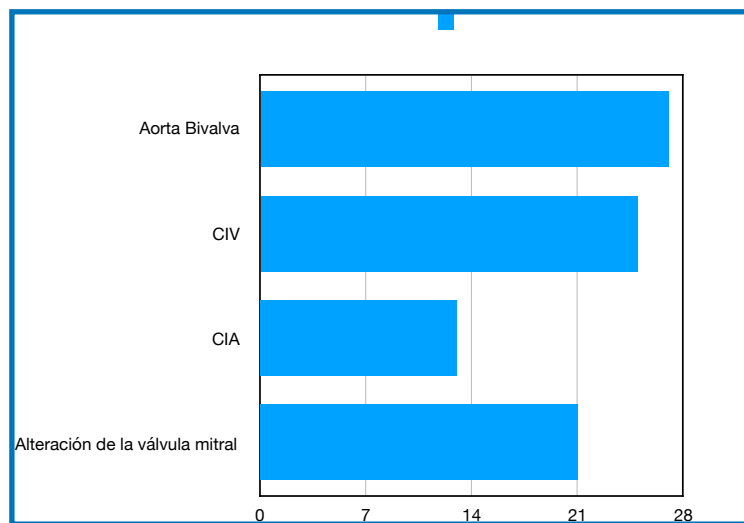


Figura 2. Lesiones intracardíacas más frecuentes en CoAo. Fuente: Departamento de Cardiología Pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

El gradiente clínico promedio fue de 32 mmHg al diagnóstico. El sitio de coartación fue yuxtaductal en 33 pacientes, representando el 55% de los casos, postductal en 15 pacientes (25%) y preductal en 12 pacientes (20%) (Figura 3)

Las mediciones ecocardiográficas prequirúrgicas se representan en la tabla 1. En 14% de los pacientes se encontró disfunción sistólica del ventrículo izquierdo definida por un FEVI menor al 55% calculada por método de Simpson Biplanar. En 39 pacientes, equivalentes al 65% se encontró disfunción diastólica del VI definida como un patrón E/A alterado con fusión de las ondas E y A` o una relación E/e` >14.

De acuerdo con la literatura, la continuidad del flujo diastólico medido por doppler pulsado en la aorta abdominal ha representado un importante criterio de severidad en coartación aórtica, de acuerdo al estudio ecocardiográfico prequirúrgico, se encontró este criterio en 65% de los pacientes.

La media del gradiente máximo en el sitio de coartación al momento del diagnóstico fue de 43 mmHg, con un gradiente mínimo de 3 mmHg, en el contexto de un paciente con coartación crítica y un gradiente máximo de 139 mmHg.

Variables Prequirúrgicas (n=60)		
		<i>Valor p</i>
Diámetro Ao Ascendente (cm)	1.17 (0.45)	0.124
Diámetro Istmo Aórtico (cm)	0.41 (0.25)	0.107

Variables Prequirúrgicas (n=60)		
Diámetro Arco Transverso (cm)	0.66 (0.33)	0.732
Diámetro Ao Descendente (cm)	0.82 (0.39)	0.496
Gradiente pico (CW) mmHg	42.9 (26.7)	0.657
Velocidad sistólica máxima (m/s)	3.08 (1.09)	0.692
Disfunción Sistólica Ventricular Izquierda	14 (23%)	0.382
Disfunción Diastólica Ventricular Izquierda	39 (65%)	0.392
Continuación del flujo diastólico en Ao Abdominal	31 (51%)	0.807

Tabla 1. Variables prequirúrgicas analizadas. Fuente: Departamento de Cardiología Pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

Se analizaron las variables quirúrgicas encontrándose que en 90% de los pacientes se realizó coartectomía extendida con anastomosis término terminal, en 5% de los pacientes se realizó coartectomía simple con anastomosis termino-terminal, en el 3% se realizó ampliación con parche de PPB y en un solo paciente equivalente al 2% se realizó parche con colgajo subclavio.

En 8% se realizó además de la reparación del arco aórtico un bandaje de la arteria pulmonar y en 5% de los pacientes cierre de la comunicación interventricular. 6% de los pacientes ameritaron intervención de la válvula mitral mediante plastía mitral además de la reparación de la coartación con anastomosis término terminal.

El abordaje se realizó mediante toracotomía lateral en 44 pacientes equivalentes al 73% y mediante esternotomía media en 26% (16 pacientes). (Figura 4).

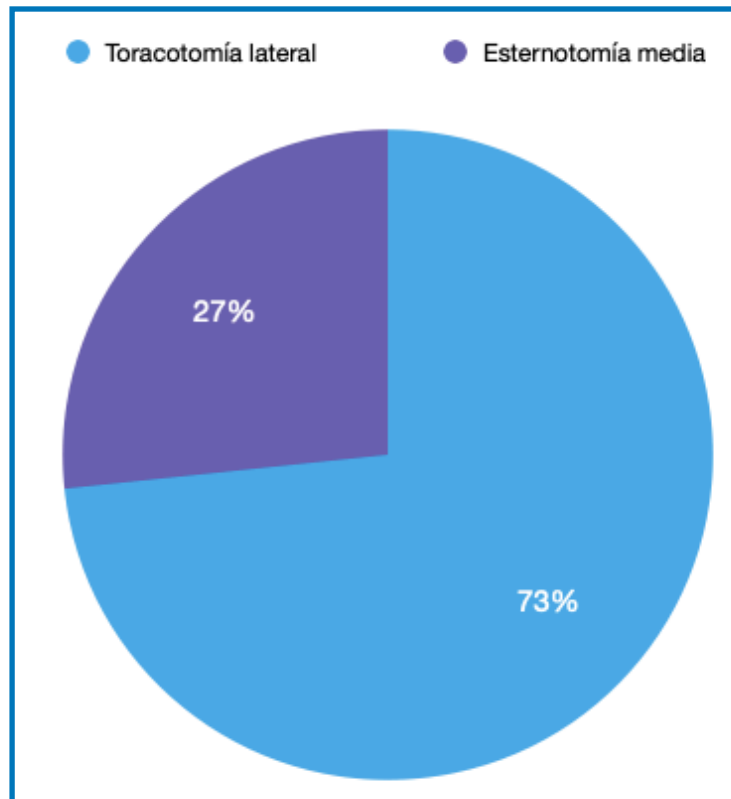


Figura 4. Abordaje quirúrgico para la corrección de CoAo. Fuente: Departamento de Cardiología Pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

De los anteriores, se empleó circulación extracorpórea en 22% de los casos, en los cuales el tiempo medio de circulación fue de 51 minutos.

Se realizó pinzamiento aórtico en la totalidad de los pacientes, la media del pinzamiento aórtico fue de 27 min, con un tiempo mínimo de 5 minutos y máximo de 93 minutos.

Las variables anatómicas postquirúrgicas estudiadas por ecocardiografía fueron el diámetro de la unión sinotubular, istmo aórtico, arco transversal, aorta descendente y el valor Z de dichas mediciones así como la velocidad máxima por Doppler continuo en el arco aórtico y la continuidad del flujo diastólico en la aorta abdominal.

Se consideró como disfunción sistólica ventricular una fracción de eyección de menor al 55% por método de Simpson y disfunción diastólica ventricular izquierda por una relación E/A alterada con fusión de ambas ondas o una relación $E/e' > 14$. Se muestran los resultados en la tabla 2.

Variables Postquirúrgicas (n=60)		
		<i>Valor p</i>
Diámetro Ao Ascendente (cm)	1.39 (0.51)	0.124
Z Score Ao Ascendente	0.032 (1.3)	0.951
Diámetro Istmo Aórtico (cm)	0.93 (0.29)	0.062
Z Score Istmo Ao	-0.51 (1.24)	<0.001
Diámetro Arco Transverso (cm)	1.14 (0.42)	0.217
Z Score Arco Transverso	1.14 (0.42)	0.822
Diámetro Ao Descendente (cm)	1.11 (0.42)	0.192
Gradiente pico (CW) mmHg	18.44 (14.5)	<0.001
Velocidad sistólica máxima (m/s)	2.02 (0.78)	<0.001
Disfunción Sistólica Ventricular Izquierda	2 (3%)	0.543
Disfunción Diastólica Ventricular Izquierda	23 (38.3%)	0.020
Continuación del flujo diastólico en Ao Abdominal	12 (20%)	<0.001

Fuente: Departamento de Cardiología Pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

A su vez, se midió el gradiente máximo y la velocidad sistólica máxima medida por doppler continuo en el sitio de la coartación y arco aórtico, identificándose un gradiente postquirúrgico medio de 18 mmHg con un mínimo de 2 mmHg y un máximo de 72 mmHg.

El gradiente clínico medio en pacientes corregidos fue de 18 mmHg.

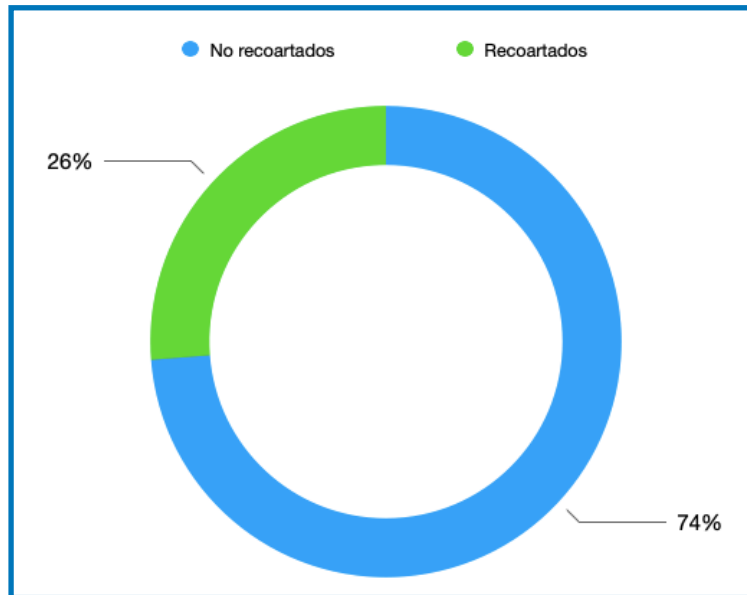


Figura 5. Incidencia de recoartación identificada en nuestro estudio. Fuente: Departamento de Cardiología Pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

Se valoró el índice de coartación aórtica, el cual se define como la relación entre la medición del diámetro del segmento más estrecho de la aorta y el diámetro de la aorta descendente, con un valor significativo en aquellos con un índice menor a 0.7.

Se clasificó como recoartación aórtica a los pacientes que cumplieron con un gradiente de presión clínico mayor o igual a 20 mmHg, una velocidad pico en el arco aórtico mayor a 2.5 m/s por doppler continuo, un gradiente corregido máximo mayor a 20 mmHg por ecocardiografía o un gradiente pico a pico mayor a 20 mmHg medido por cateterismo.

Se identificaron 16 pacientes que cumplieron los criterios para recoartación aórtica posterior a la corrección quirúrgica, equivalentes al 26% de los pacientes dentro del estudio, equivalentes a un 7% de universo total de estudio en el INCICH durante 11 años. (Figura 5). El tiempo promedio de recoartación fue de 37 meses, con un tiempo mínimo de 12 meses. 11 pacientes presentaron un gradiente de presión clínico mayor a 20 mmHg, con una media de 22 mmHg.

Cabe resaltar que 11 pacientes de los 13 pacientes considerados como recoartación aórtica presentaron un índice de coartación aórtica menor a 0.7, sin embargo, los tres pacientes restantes que tuvieron un índice de coartación

mayor a 0.9, fueron pacientes con diagnóstico de recoartación y antecedente de coartación postductal.

Se realizó cateterismo diagnóstico en 8 pacientes identificados como recoartación aórtica, equivalentes al 50% de los pacientes recoartados y el 13.3% del universo de estudio. La media de tiempo al momento del cateterismo fue de 24 meses.

El gradiente pico encontrado en los pacientes que fueron llevados a cateterismo fue un mínimo de 14 mmHg con una media de 31 mmHg. En 5 pacientes se realizó angioplastia con balón más colocación de stent, equivalente al 31% de los pacientes.

Una vez terminado el análisis univariado se procedió a la determinación de la asociación entre variables, para lo cual se hizo una tabla de contingencia en donde se determinó la interdependencia entre variables, se analizaron variables prequirúrgicas y postquirúrgicas.

No se reportó un resultado estadísticamente significativo en el análisis de las características prequirúrgicas, las cuales incluían los valores de los diámetros aórticos o defectos asociados, la edad a la corrección quirúrgica o el sexo, como factor de riesgo para recoartación aórtica, de igual manera, al analizar las características de la cirugía, no se encontró una diferencia significativa dependiendo el abordaje quirúrgico, la cirugía realizada, el tiempo de pinzamiento aórtico o el uso de circulación extracorpórea.

Se encontró que dentro del perfil ecocardiográfico postquirúrgico, la velocidad máxima medida por Doppler continuo en el arco aórtico, el índice de coartación aórtica con valores menores a 0.7 y la continuación del flujo diastólico en la aorta abdominal fueron estadísticamente significativos para el grupo del recoartación aórtica.

Se consideró el valor de p de 0.020 con valor estadístico al relacionar la presencia de disfunción diastólica postquirúrgica en pacientes con recoartación aórtica en comparación con los pacientes no recoartados.

El valor del Z Score del istmo aórtico medido posterior a la cirugía, el cual mostró valor estadístico en relación con el riesgo de recoartación aórtica.

De igual forma, reportamos que 4 de los pacientes fallecieron posterior a su primera evaluación quirúrgica dentro del periodo de evaluación de los 52 meses, representando al 6% de los pacientes. 10 pacientes amenizaron reintervención quirúrgica, de los cuales 1.8% fue por nueva intervención del arco aórtico, la mitad de ellos por resección de rodetes subaórticos, 2 pacientes ameritaron plastía de la válvula mitral más ampliación del arco aórtico.

<i>VARIABLE</i>	<i>OR</i>	<i>IC 95%</i>	<i>P</i>
Continuación de flujo diastólico en Ao abdominal	5.14	2.4-10.98	p=0.0001
Disfunción diastólica del VI	3.97	1.19-13.2	p=0.020
Índice CoAo ≤0.7	13.6	2.9-62.98	p=<0.001
Vel CW >2.5	30	4.26-211	p=<0.001
Z Score Istmo Ao	33.8	5.7-199.5	p=<0.001
Gradiente pico Doppler (mmHg)	12.45 (8.5)	34.91 (14.9)	p= <0.001

Tabla 4. Resultados del modelo de regresión multivariada. Fuente: Departamento de Cardiología Pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

<i>Variables</i>	<i>No Recoartación (n=44)</i>	<i>Recoartación aortica (n=16)</i>	<i>Valor P</i>
Variables demográficas			
Masculino	23 (52%)	13 (81%)	0.043
Edad actual (meses)	97 (45)	113 (70)	0.281
Edad al diagnóstico (meses)	12.3 (21.8)	26.2 (29)	0.051
Edad a la cirugía (meses)	14.1 (23.6)	29.3 (32)	0.043
Variables prequirúrgicas			
Aorta descendente (cm)	0.80 (0.42)	0.88 (0.3)	0.496
Istmo aórtico (cm)	0.44 (0.26)	0.32 (0.18)	0.107
Arco Transverso (cm)	0.67 (0.37)	0.64 (0.18)	0.732
Gradiente clínico al diagnóstico (mmHg)	31.7 (13.7)	36 (18)	0.329
Velocidad pico CW (m/s)	3.11 (1.09)	2.98 (1.12)	0.692
Gradiente pico Doppler (mmHg)	43.8 (27)	40.36 (26.6)	0.657
Disfunción Sistólica VI	9 (20%)	5 (31%)	0.382
Disfunción Diastólica VI	30 (68%)	9 (56%)	0.382
Continuación de flujo diastolico en Ao Abdominal	29 (66%)	10 (62.5%)	0.807
Variables quirúrgicas			
Esternotomía media	13 (29%)	3 (19%)	0.403
Circulación Extracorpórea	11 (25%)	2 (12.5%)	0.299
Tiempo de CEC	95 (53.3)	100 (50.9)	0.903
Tiempo de Pinzamiento aórtico	26.16 (19.8)	30.53 (28.4)	0.516
Cateterismo Postquirúrgico			
Tiempo al CTT	30 (36.5)	26.5 (19.7)	0.853
Variables postquirúrgicas			
Díámetro UST (cm)	1.39 (0.47)	1.38 (0.62)	0.951
Z Score UST	0.21 (1.14)	-0.47 (1.68)	0.073
Díámetro Arco Transverso	1.19 (0.39)	1.03 (0.48)	0.217
Z Score Arco Transverso	-3.25 (17.60)	-2.25 (1.37)	0.822
Díámetro Istmo Ao	0.97 (0.29)	0.81 (0.27)	0.062
Z Score Istmo Ao	-0.17 (1.01)	-1.43 (1.39)	<0.001
Díámetro Ao Descendente	1.07 (0.31)	1.23 (0.64)	0.192

Gradiente pico Doppler (mmHg)	12.45 (8.5)	34.91 (14.9)	<0.001
Velocidad pico CW (m/s)	1.68 (0.53)	2.9 (0.64)	<0.001
Indice de Coartación Ao (<0.7)	0.90 (0.22)	0.66 (0.20)	<0.001
Disfunción Sistólica VI	1 (2%)	0 (0)	0.543
Disfunción Diastólica VI	13 (25.9%)	10 (62.5%)	0.020
Continuación de flujo diastolico en Ao Abdominal	3 (7%)	9 (56%)	<0.001

Fuente: Departamento de Cardiología Pediátrica del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

11. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La coartación aórtica representa una patología frecuente en la edad pediátrica, representando hasta el 8% de las enfermedades cardiacas en la infancia.

Su presentación se ha descrito con mayor frecuencia en el sexo masculino con una relación 1.5:1, dicho dato encontrado en nuestro estudio con una mayor prevalencia en el sexo masculino hasta en 60% de los casos. De acuerdo a lo reportado en la literatura, el diagnóstico en nuestro país suele ser más tardío que en países desarrollados, la edad media de diagnóstico reportada en nuestro estudio fue de 24 meses, con una edad media a la corrección quirúrgica de 37 meses, en nuestros pacientes se ha continuado su seguimiento para identificación de comorbilidades tardías con una media de 4 años y máximo de 18 años.

De acuerdo a lo encontrado en los expedientes clínicos de nuestros pacientes, la principal sospecha diagnóstica se integró por un gradiente clínico diferencial de pulso entre las extremidades inferiores y superiores con una disminución de los pulsos pedios, en pacientes neonatos se manifestó como choque cardiogénico con datos de hipoperfusión.

Cabe resaltar que únicamente el 5% de nuestros pacientes se realizó diagnóstico prenatal de la cardiopatía, Dijkema, et. al., (3) en el hospital de niños de Philadelphia mencionan que el diagnóstico en la etapa fetal está adquiriendo un papel de mayor importancia en el contexto actual de estos pacientes, identificándose incluso en el 25% de los casos, pudiéndose aumentar esta cifra reduciendo el universo de estudio a fetos con historia positiva de cardiopatía o factores de riesgo, identificación de un inclusive un dato de alarma por médico materno fetal o marcadores fetales positivos en examen antenatal.

De igual forma, el estudio y asesoramiento genético es de vital importancia en el abordaje y diagnóstico de estos pacientes, en nuestro estudio, identificamos una patología genética en el 13% de los pacientes, se reportan porcentajes mayores en la literatura, entre los de principales diagnósticos, el síndrome de Turner Síndrome de Down y Síndrome de Williams. El resultado obtenido en nuestro estudio podría explicarse por una falta de identificación de los pacientes al momento del diagnóstico o la falta de diagnóstico certero de la cromosomopatía. (1, 7)

Similar a lo reportado en la literatura, encontramos que la patología más frecuentemente asociada al diagnóstico de coartación aórtica aislada es la aorta bivalva en 45% de los pacientes, en segundo lugar, la comunicación interventricular en 42%, las alteraciones de la válvula mitral en 32% presentando diversos grados de displacia o malformación del aparato valvular o subvalvular y en una proporción menor de los pacientes, la CIA, estenosis aórtica y arteria subclavia aberrante.

Cerca del 50% de los pacientes presentaron cierto grado de hipoplasia del arco aórtico.

De acuerdo con la técnica quirúrgica, se empleó en el 90% de los casos coartectomía extendida con anastomosis termino terminal debido a que es la técnica quirúrgica que ha reportado menor riesgo de recoartación, así como otras complicaciones que generan morbilidad como aneurismas aórticos, ruptura del parche, compromiso radial en caso de corrección con colgajo subclavio, dicha información validada por diversos autores como Amato, et. al., Thompson, et. Al y Hager. et. al. (20, 29, 32) Sin embargo, no obtuvimos una correlación estadísticamente significativa entre la técnica quirúrgica y el riesgo de recoartación aórtica, sin embargo, nuestra población de estudio representa un número pequeño de pacientes.

Cabe mencionar que la frecuencia de recoartación posterior a la corrección quirúrgica varía significativamente en diversos estudios, esto asociado directamente a la técnica quirúrgica, encontrándose una mayor incidencia de presentación en los casos operados mediante coartectomía simple con anastomosis termino terminal, ampliación con parche o colgajo de subclavia, descriptivamente, observamos una mayor frecuencia dentro de la población estudiada con diagnóstico de coartación, en los pacientes operados mediante

ampliación con parche, sin embargo esta relación no fue estadísticamente significativa.

Finalmente Dodge, et. Al, (18) reportaron una incidencia máxima de recoartación del 25% en pacientes operados de coartación, pudiendo incrementarse hasta 33% dependiendo de la habilidad quirúrgica y de las características de la sutura al momento de la anastomosis, en nuestro centro reportamos un porcentaje de recoartación de 26% en los pacientes incluidos y 7% dentro del universo de estudio. No encontramos ninguna interrelación entre la presencia o ausencia de circulación extracorpórea, el tiempo de bomba o el tiempo de pinzamiento aórtico con un incremento de la presentación de recoartación. Wood, et. Al, (40) reportaron como factores de riesgo asociados a recoartación, el tiempo de pinzamiento, un bajo peso al momento de la corrección (<1.5 kg), pacientes pretérmino, sin embargo, esto estudiado en pacientes neonatos con fisiología univentricular.

Diversos estudios han observado una relación directa entre la anatomía a preparatoria como el diámetro del arco transversal, istmo y unión sinotubular, sin embargo en nuestro estudio no se obtuvo una predicción estadísticamente significativa al relacionar dichos valores con la presencia de recoartación, Truong, et, al, (42) reportó que no existen variables perioperatorias que puedan predecir dicho resultado.

El tiempo promedio de presentación de la recoartación fue de 24 meses en nuestro estudio, comparado con lo reportado en la literatura que es de 12 meses.

Clínicamente encontramos un gradiente promedio de 18 mmHg en los pacientes clasificados como coartación aórtica recurrente, Kumar y colaboradores (34), encontraron que un gradiente de presión sanguínea al momento del egreso mayor de 13 mmHg posee un valor predictivo elevado para recoartación aórtica, sin embargo en nuestro estudio, existe la limitante que el gradiente de presión aórtica fue tomado al momento de la revaloración, cuando el paciente ya presentaba algún síntoma nuevo de obstrucción aórtica, en ello radica la importancia de tomar un gradiente de presión previo al egreso en todos los pacientes corregidos en nuestro instituto.

Algo importante en la evaluación de nuestros pacientes fue el establecimiento de variables cuantitativas específicas como criterio de recoartación aórtica, esto guiado por parámetros reportados previamente por Adamson y cols, (35) Wisotzkey, et. al., (36) con puntos de corte establecidos para los gradientes de presión, medidos clínicamente, por ecocardiografía o mediante estudio intervencionista, de igual forma, Tan, et al., (42, 43) incorporaron el estudio de la Velocidad máxima medida por doppler para la correlación de la severidad de la coartación, dicha medición validada por Adamson y cols con un punto de corte de 2.5 m/s. En nuestro trabajo, encontramos una significancia estadística en dicha medición, así como en el gradiente máximo medido por ecocardiografía, la presencia de continuación del flujo diastólico o patrón diastólico alterado en la aorta abdominal y la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo como medidas interdependientes y relacionadas con la presentación postquirúrgica de recoartación aórtica, por lo cual concluimos que la valoración detallada de estos parámetros nos permitirá identificar a los pacientes que poseen mayor riesgo de recoartación aórtica para poder llevar un seguimiento ecocardiográfico más estrecho.

Finalmente, concluimos que la presencia de un índice de recoartación menor de 0.7, obtenido por la relación entre el diámetro más estrecho de la aorta entre el diámetro de la aorta abdominal es una variable cuantitativa válida para la predicción de recurrencia de la obstrucción del arco aórtico. Es importante mencionar que dicha herramienta ha sido validada, uno de ellos, el de Adamson y colaboradores, quienes fueron los primeros en identificar esta relación como una variable predictiva significativa en pacientes con coartación aórtica aislada y fisiología biventricular que fueron llevados a corrección de la coartación. Estudios realizados previamente, Wellen, et. Al, (26) habían validado este índice en pacientes con Síndrome de Corazón Izquierdo Hipoplásico posterior a la cirugía de Norwood. Se describe que un índice de coartación aórtica, combinado con una velocidad máxima mayor a 2.5 m/s posee una sensibilidad y especificidad muy elevadas para diagnóstico de recoartación aórtica.

Algo de interés particular, encontrado en nuestro estudio, fue que el valor Z alterado (menor a -2) para el diámetro postquirúrgico del istmo aórtico, dicha

medición, arrojó significancia estadística al relacionar esta variable con la presencia de coartación aórtica.

CONCLUSIONES

La recoartación aórtica continúa siendo en la actualidad una importante complicación y causa de morbilidad en pacientes corregidos de coartación aórtica, pudiendo alcanzar frecuencias de presentación tan altas como 33%. El estudio ecocardiográfico es una herramienta útil en el diagnóstico de recoartación. El examen detallado de la anatomía aórtica y la identificación de factores como un valor Z alterado del istmo aórtico, persistencia de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo un patrón diastólico alterado en la aorta abdominal nos deberán alertar como variables predictivas de recoartación. De igual manera, un gradiente pico medido por Doppler en el arco aórtico o velocidades mayores a 2.5 m/s nos permitirán identificar pacientes con riesgo y/o recoartación. El índice de coartación aórtica es una herramienta útil para predecir riesgo de recoartación por lo que su identificación nos permitirá identificar pacientes con riesgo de obstrucción y con ello, nos permitirá llevar un seguimiento postquirúrgico más estrecho.

BIBLIOGRAFÍA

1. Campbell M: (1970). Natural history of coarctation of the aorta . Br Heart J., 32:633-640.10.1136/hrt.32.5.633
2. Doshi A R, Chikkabyrappa s., (2016). Coarctation of Aorta in Children. Cureus 10(12): e3690. DOI 10.7759/cureus.3690
3. Dijkema EJ, et al. (2017). Diagnosis, imaging and clinical management of aortic coarctation. Heart;103:1148–1155. doi:10.1136/heartjnl-2017-311173
4. Doshi AR, Syamasundar Rao P (2012) Coarctation of aorta-management options and decision making. Pediat Therapeut. 2012, 5:6. 10.4172/2161-0665.S5-006
5. Reifenshtein GH, Levine SA, Gross RE. Coarctation of the aorta: a review of 104 autopsied cases of the `adult-type', 2 years of age or older. Am Heart J 1947; 33:146–68

6. Nguyen L, Cook SC (2015) Coarctation of the aorta: strategies for improving outcomes. *CardiolClin.* 2015;33:521-530. 10.1016/j.ccl.2015.07.011
7. Kenny D, Hijazi ZM. Coarctation of the aorta: from fetal life to adulthood. *Cardiol J* 2011; 18:487–495
8. Jenkins, N.P. Ward, C. (1999) Coarctation of the aorta: natural history and outcome after surgical treatment. *Q J Med* 1999; 92:365–371
9. Bernier PL, Stefanescu A, Samoukovic G, Tchervenkov CI (2010) The challenge of congenital heart disease worldwide: epidemiologic and demographic facts. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu*, 13:26-34. 10.1053/j.pcsu.2010.02.005
10. Van der Linde D, Konings EE, Slager MA, Witsenburg M, Helbing WA, Takkenberg JJ, Roos- Hesselink JW (2011): Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and meta-analysis. *JAmCollCardiol.*,58:2241-2247. 10.1016/j.jacc.2011.08.025
11. Calderón-Colmenero J, Cervantes-Salazar J, García-Montes J, Attie F, *Cardiología Pediátrica*. 2.ªedición. Panamericana;2012. pp 323-30.
12. Sadler, T. W., and Jan Langman. *Langman's Medical Embryology*. 12th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2012.,
13. Russell GA, Berry PJ, Watterson K, Dhasmana JP, Wisheart JD: Patterns of ductal tissue in coarctation of the aorta in the first three months of life. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1991, 102:596-601.
14. Rudolph AM, Heymann MA, Spitznas U: Hemodynamic considerations in the development of narrowing of the aorta. *AmJCardiol.* 1972,30:514-525. 10.1016/0002-9149(72)90042-2
15. Hoffman JIE, Kaplan S (2002) The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 39(12):1890–1900
16. Maia, et. al. (2000). Coarctation of the aorta corrected during childhood. Clinical aspects during follow-up. *Arq Bras Cardiol* volume 74, (no2), 2000
17. Karaosmanoglu, A., et. al. (2015) CT and MRI of Aortic Coarctation: Pre and Postsurgical Findings. *AJR* 2015; 204:W224–W233. DOI:10.2214/AJR.14.12529
18. Dodge-Khatami A, Backer CL, Mavroudis C (2000) Risk factors for recoarctation and results of reoperation: a 40-year review. *J Card Surg* 15(6):369–377
19. Wu Y, Li J, Wu C, Zhu J, He L, Feng C, Yang Y and Jin X (2020) Diagnosis and Surgical Repair for Coarctation of the Aorta With Intracardiac

Defects: A Single Center Experience Based on 93 Infants. *Front. Pediatr.* 8:49. doi: 10.3389/fped.2020.0004

20. Kaya U, Colak A, Becit N, Ceviz M, Kocak H. (2018). Surgical Management of Aortic Coarctation from Infant to Adult. *Eurasian J Med*; 50: 14-8

21. Ma ZL, Yan J, Li SJ, Hua ZD, Yan FX, Wang X, Wang Q. Coarctation of the Aorta with Aortic Arch Hypoplasia: Midterm Outcomes of Aortic Arch Reconstruction with Autologous Pulmonary Artery Patch. *Chin Med J* 2017;130:2802-7.

22. Sun Z, Cheng TO, Li L, Zhang L, Wang X, Dong N, et al. (2015) Diagnostic Value of Transthoracic Echocardiography in Patients with Coarctation of Aorta: The Chinese Experience in 53 Patients Studied between 2008 and 2012 in One Major Medical Center. *PLoS ONE* 10(6): e0127399. doi:10.1371/journal.pone.0127399

23. Hastings L, Nichols DG. Coarctation of the aorta and interrupted aortic arch. En:Nichols DG, Cameron DE, Ungerleider RM, Nichols DG, Spevak PJ, Greeley WJ, et al. *Critical heart disease in infants and children*. 2nd ed. Philadelphia:Elsevier;2006. pp 625-648.

24. Tan, Ju-Le., et. al. Doppler Echocardiographic Profile and Indexes in the Evaluation of Aortic Coarctation in Patients Before and After Stenting. *JACC* Vol. 46, No. 6, 2005 September 20, 2005:1045-53

25. Mivelaz, Y., et. al. (2008). Validation of two echocardiographic indexes to improve the diagnosis of complex coarctations. *European Journal of Cardiothoracic Surgery* 34 1051-1056

26. Wellen SL, Glatz AC, Gillespie MJ, Ravishankar C, Cohen MS (2014) Usefulness of transthoracic echocardiography to accurately diagnose recoarctation of the aorta after the Norwood procedure. *Am J Cardiol* 114(1):117-121

27. Goudar, S., et. Al. (2016) Echocardiography of coarctation of the aorta, aortic arch hypoplasia, and arch interruption: strategies for evaluation of the aortic arch. *Cardiology in the Young* (2016), 26, 1553-1562 doi:10.1017/S1047951116001670

28. Gach P, Dabadie A, Sorensen C, et al.: Multimodality imaging of aortic coarctation: from the fetus to the adolescent. *Diagn Interv Imaging*. 2016, 97:581-590. 10.1016/j.diii.2016.03.006

29. Rajasinghe, H., et. al. (1997) Coarctation of the Aorta using End-to-End anastomosis of Descending Aorta to Proximal Aortic Arch. *Ann ThoracSurg*1996;61:840-

30. Karamlou, T, Bernasconi, A., et al. (2008). Factors associated with arch reintervention and growth of the aortic arch after coarctation repair in neonates weighing less than 2.5 kg. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:1163-7
31. Jeffrey E. Vergales, et. al. (2013). Coarctation of the Aorta - The Current State of Surgical and Transcatheter Therapies. *Current Cardiology Reviews*, 2013, 9, 211-219
32. Vosschulte K. Surgical correction of coarctation of the aorta by an "isthmusplastic" operation. *Thorax* 1961; 16: 338-45.
33. Brouwer MH, Kuntze EE, Ebels T, Talsma MD, Eijgellar A. Repair of aortic coarctation in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 101:1093–8.
34. Kumar TK, Zurakowski D, Sharma R, Saini S, Jonas RA (2011) Prediction of recurrent coarctation by early postoperative blood pressure gradient. *J Thorac Cardiovasc Surg* 142(5):1130–1136
35. Adamson, G., et. al. (2017). Coarctation Index Predicts Recurrent Aortic Arch Obstruction Following Surgical Repair of Coarctation of the Aorta in Infants. *Pediatr Cardiol* (2017) 38:1241–1246 DOI 10.1007/s00246-017-1651-4
36. Porras, D, Brown, D, et. al. (2011) Factors Associated with Subsequent Arch Reintervention After Initial Balloon Aortoplasty in Patients with a Norwood Procedure and Arch Obstruction. *J Am Coll Cardiol*. 2011 August 16; 58(8): 868–876. doi:10.1016/j.jacc.2010.12.050.
37. Calderón Colmenero, J., Attie, F. Coartación aórtica. Aspectos importantes en la evolución tardía después de la corrección (2008). *Rev Esp Cardiol*. 2008;61(11):1117-9
38. Bhatt AB, Defaria Yeh D: Long-term outcomes in coarctation of the aorta: an evolving story of success and new challenges. *Heart*. 2015, 101:1173-1175. 10.1136/heartjnl-2015-307641
39. Früh, S., et. al. (2010). Comparison of surgical and interventional therapy of native and recurrent aortic coarctation regarding different age groups during childhood. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 39 (2011) 898—904
40. Wood AE, Javadpour H, Duff D, Oslizlok O, Walsh K (2004) Is extended arch aortoplasty the operation of choice for infant aortic coarctation? results of 15 years' experience in 181 patients. *Ann Thorac Surg* 77(4):1353–1357
41. McElhinney, D. (2000). Recurrent arch obstruction after repair of isolated coarctation of the aorta in neonates and young infants: Is low weight a risk factor?. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* • Volume 122, Number 5 883

42. Truong DT, Tani LY, Minich LL, Burch PT, Bardsley TR, Menon SC (2014) Factors associated with recoarctation after surgical repair of coarctation of the aorta by way of thoracotomy in young infants. *Pediatr Cardiol* 35(1):164–170
43. Demircin M, Arsan S, Pasaoglu I et al (1995) Coarctation of the aorta in infants and neonates: results and assessment of prognostic variables. *J Cardiovasc Surg* 36(5):459–464
44. Wisotzkey BL, Hornik CP, Green AS, Barker PCA (2015) Comparison of invasive and non-invasive pressure gradients in aortic arch obstruction. *Cardiol Young* 25:1348–1357
45. Zehr KJ, Gillinov AM, Redmond JM et al (1995) Repair of coarctation of the aorta in neonates and infants: a thirty-year experience. *Ann Thorac Surg* 59(1):33–41
46. Sen S, Garg S, Rao SG, Kulkarni S. (2018) Native aortic coarctation in neonates and infants: Immediate and midterm outcomes with balloon angioplasty and surgery. *Ann Pediatr Card*;11:261-6
47. Canniffe C, Ou P, Walsh K, Bonnet D, Celermajer D: (2013) Hypertension after repair of aortic coarctation--a systematic review. *Int J Cardiol.* , 167:2456-2461. 10.1016/j.ijcard.2012.09.084
48. Brown ML, Burkhart HM, Connolly HM, et al. (2013) Coarctation of the aorta: lifelong surveillance is mandatory following surgical repair. *J Am Coll Cardiol.*, 62:1020-1025. 10.1016/j.jacc.2013.06.016
49. Bhatt AB, Defaria Yeh D (2015) Long-term outcomes in coarctation of the aorta: an evolving story of success and new challenges. *Heart*, 101:1173-1175. 10.1136/heartjnl-2015-307641