

Artículo de Revisión

Estrategias diagnósticas de la coartación de aorta en el período prenatal

Diagnostic strategies for coarctation of the aorta in the prenatal period

Acceso abierto




Citación

Barros D., Alarcón M., Chuba Y. Estrategias diagnósticas de la coartación de aorta en el período prenatal. Artículo de Revisión. *INSPIP*. 2023; Vol. 7, Núm. 23.

Revista científica *INSPIP*. Volumen 7, número 23, Septiembre - Diciembre de 2023.

El autor declara estar libre de cualquier asociación personal o comercial que pueda suponer un conflicto de intereses en conexión con el artículo, así como el haber respetado los principios éticos de investigación, como por ejemplo haber solicitado las autorizaciones de la institución donde se realizó el estudio, permiso para utilizar los datos, consentimientos informados y en caso de tratarse de estudio observacionales y ensayos clínicos, autorización de un CEISH, ARCSA, Medio Ambiente, entre otros, de acuerdo a la categoría. Además, la licencia para publicar imágenes de la o las personas que aparecen en el manuscrito. Por ello *INSPIP* no se responsabiliza por cualquier afectación a terceros, tampoco el *INSPI* como entidad editora, ni el Editor, la responsabilidad de la publicación es de absoluta responsabilidad de los autores.

Patricio Vega Luzuriaga
EDITOR EN JEFE

-  Dayana Barros Ramírez ^a, * dayana.barros@est.ucacue.edu.ec
-  María José Alarcón ^a, maria.alarcon@ucacue.edu.ec
-  Yaleni Chuba Loján ^a, yaleni.chuba@est.ucacue.edu.ec

a. Universidad Católica De Cuenca, Facultad de Medicina, Cuenca – Ecuador.

*Correspondencia: Dayana Barros Ramírez; Email: dayana.barros@est.ucacue.edu.ec

Identificación de la responsabilidad y contribución de los autores: Los autores declaran haber contribuido en idea original (DB, MJA, YC), parte metodológica (DB, MJA, YC), redacción del borrador (DB, MJA, YC) y redacción del artículo (DB, MJA, YC).

Fecha de Ingreso: 19/6/2023.

Fecha de Aprobación: 20/9/2023.

Fecha de Publicación: 28/9/2023.

Resumen

La coartación de aorta (CoAo) constituye el 5 % al 10 % de todas las cardiopatías congénitas, con una prevalencia aproximadamente de 4 por cada 10 000 neonatos, estableciéndose en el séptimo lugar de las cardiopatías congénitas. Es caracterizada por el estrechamiento y reducción del flujo del istmo de aorta en el segmento que enfrenta al ductus arterioso o el segmento proximal al mismo con o sin hipoplasia del arco aórtico.

La coartación aorta severa en fases neonatal y lactantes tiene gran potencial de morbimortalidad, por lo que su detección debe ser precoz y oportuno, lo que abaliza su investigación prenatal, aunque la tasa de detección no supera el 40 %, es decir, en la mayoría de los casos su diagnóstico es solo de sospecha y únicamente podrá confirmarse al nacimiento, esta dificultad se relaciona con los factores inherente a la circulación Fetal y también a la edad Gestacional.

El diagnóstico o presunción de CoAo en fase Prenatal se basa en visualizar por Ecocardiografía Doppler Color, la asimetría de cavidades cardíacas y/o grandes vasos con dominancia derecha que son signos indirectos y poco específico especialmente en gestaciones tardías o buscar signos directos con mayor especificidad, como la hipoplasia de arco, el cociente istmo/ductus o el shelf contraductal. La principal limitación de esta valoración, es su bajo valor predictivo positivo, en especial en edades gestacionales tardías, pero su rendimiento predictivo se ve favorecido cuando se realizan combinación de modelos multiparamétricas.

Este enfoque nos ofrece la oportunidad de planificar el parto en un centro adecuado, la prevención del cierre precoz del ductus arterioso, mejorar las condiciones preoperatoria y por ende mejor calidad y sobrevida.

Palabras clave: Coartación aórtica, Diagnóstico prenatal, Istmo aórtico, Modelo multiparamétrico.

Abstract

Coarctation of the aorta (CoA) constitutes 5 % to 10 % of congenital heart conditions, with an approximate prevalence of 4 per 10,000 neonates, ranking seventh among such anomalies. CoA is characterized by narrowing and reduced blood flow in the aortic isthmus, either at the site facing the ductus arteriosus or proximal to it, often accompanied by aortic arch hypoplasia.

Severe neonatal and infantile aortic coarctation presents significant morbidity and mortality risks, underscoring the need for early detection. However, detection rates remain below 40%, resulting in primarily suspected diagnoses that are confirmed postnatally. This diagnostic challenge arises due to fetal circulatory dynamics and gestational age factors. Prenatal diagnosis or suspicion of CoA relies on observing indirect signs like cardiac chamber asymmetry and right-dominant great vessels via Color Doppler Echocardiography. Alternatively, more specific direct indicators, such as arch hypoplasia, isthmus/ductus ratios, or the ductal shelf, can be sought. However, the method's limited positive predictive value, especially in later gestational stages, can be addressed through multiparametric model combinations, enhancing predictive performance.

This approach not only enables informed delivery planning and prevention of premature ductus arteriosus closure but also improves preoperative conditions, consequently enhancing the overall quality of care and survivability.

Keywords: *Coarctation of the aorta (CoA), Aortic isthmus, Prenatal diagnosis, Multiparametric model*

Introducción

A lo largo del tiempo las enfermedades congénitas han hecho eco en la sociedad, alcanzando tasas de incremento y desarrollando una problemática basada en la falta de un diagnóstico temprano que evite la evolución de las mismas y que desarrolle un riesgo en la vida en seguimiento temprano o tardío (1).

La CoAo es una entidad frecuente dentro de las anomalías cardíacas, presumiendo el 5 al 7 % de todas las cardiopatías congénitas, siendo su prevalencia del 0.2 por cada 1000 nacimientos, predominando el sexo masculino, con elevada morbimortalidad especialmente en neonatal o lactantes en los casos de coartación severa (2).

Esto plantea estrategia precoz, fundamentando su presunción o diagnóstico desde fase prenatal, en esta fase la ecocardiografía Doppler Color Fetal tiene un rol relevante, sin embargo, hoy por hoy, dicha patología continúa siendo una de las más complicadas de diagnosticar en la vida fetal abarcando una tasa de detección inferior al 40

%, presentando incluso un alto número de falsos negativos o positivos (3,4).

Consecuentemente, muchos de los neonatos dejan los hospitales sin llegar a ser diagnosticados, retornando tiempo después en una situación complicada o crítica (5,6).

Por ende, el presente trabajo se enfoca a revisar la importancia de la Ecocardiografía Doppler Color en el diagnóstico de coartación de aorta en el periodo prenatal.

Metodología

El presente artículo es una revisión bibliográfica de tipo narrativa, observacional y descriptiva en el que se incluyó revisiones bibliográficas, estudios experimentales y ensayos clínicos.

Los artículos recopilados oscilan entre los años 2018 al 2022 en los idiomas español e inglés. La base de datos de búsqueda bibliográfica se recolectó de diferentes gestores científicos como Redalyc, Science Direct y Scielo.

Se excluyeron artículos que presenten literatura gris, artículos originales con información incompleta y artículos sin base científica.

Se usó palabras claves aceptadas de acuerdo a MeSH, DeCS y/o EMTRE; además, se utilizaron operadores booleanos como AND, OR, NOT.

- En español: Coartación aórtica, diagnóstico prenatal, istmo aórtico, modelo multiparamétrico.
- En Inglés: Coarctation of the aorta (CoA), Aortic isthmus, Prenatal diagnosis, Multiparametric model.

Desarrollo

La CoAo es una cardiopatía congénita frecuente, caracterizada por la presencia del estrechamiento del calibre de la arteria aorta a nivel del istmo (segmento aorta distal a subclavia izquierda), lo más frecuente en el sitio de inserción del conducto arterioso o también previo al mismo con o sin hipoplasia del arco aórtico, dando como resultado la obstrucción del flujo sanguíneo con severidad y gravedad variabilidad, desde paciente asintomático hasta síndrome de Shock y óbito (7,8).

Epidemiología

La CoA constituye el séptimo defecto cardíaco congénito con más frecuencia presumiendo el 5 % al 10 % de los recién nacidos con cardiopatías congénitas. Su incidencia constituye 1 por cada 2500 nacimientos siendo común en hombres (4).

En un estudio retrospectivo realizado en Dinamarca entre los años 1996 y 2013, se examinaron 14 688 neonatos y fetos abortados, los cuales presentaban diagnóstico de cardiopatías coronarias, de ellos solo 2695 resaltaban como cardiopatías mayores, mencionando que la tasa de detección prenatal fue piedra angular para las principales malformaciones cardíacas, sin embargo la tasa de detección de CoAo fue baja con solo 21,7 % (9).

Anatomía y fisiopatología

La CoAo en fase prenatal por la naturaleza de la fisiología cardiovascular de flujos combinados, no muestra manifestaciones relevantes, se expresa como cavidades derechas dominantes, sin embargo, post/nacimiento las manifestaciones clínicas dependen de la severidad de CoAo, su localización y defectos asociados (10,11).

- CoAo ductal o Posductal: Es la forma más frecuente, con un 98 % de los casos. El estrechamiento se encuentra localizado en la zona de inserción ductal o algo distal a ella, sus manifestaciones clínicas suelen ser tardías, de manera que con frecuencia pasa desapercibida durante el periodo neonatal y es diagnosticada más tardíamente, en niños mayores o adultos. Este tipo de CoAo es de difícil diagnóstico prenatal puesto que el estrechamiento aórtico está muy localizado y suele ser poco evidente, a lo cual contribuye además la apertura fisiológica del DA en vida fetal (12).

- CoAo preductal: Constituye el 2 % restante de las CoAo. En estos casos existe un estrechamiento difuso, no localizado, del arco aórtico con manifestaciones clínicas precoz y es más probable que pueda detectarse prenatalmente (12).

La CoAo no conduce a un compromiso circulatorio fetal en el útero, ya que el istmo aórtico no es parte fundamental dentro de la circulación fetal, no obstante, posterior al nacimiento y cuando ha tenido lugar el cierre ductal, una coartación crítica dará como resultado mala perfusión en la mitad inferior del cuerpo, acompañada de acidemia

que en conjunto con disfunción del ventrículo izquierdo por el gran incremento de post/carga, puede desencadenar shock circulatorio agudo (13).

Durante la evolución post/natal y de acuerdo al grado de estrechez en la aorta, se incrementa la post/carga del ventrículo con hipertrofia compensatoria secundaria e hipertensión en la aorta proximal a la estenosis y finalmente insuficiencia cardíaca (14,15).

Presentación clínica

La CoA constituye dos formas de presentarse, un estado crítico, que ocurre en los dos primeros meses de vida y se manifiesta especialmente con diversos grados de insuficiencia cardíaca con escasa o poco asintomática o se expresa por hipertensión arterial en miembros superiores (16).

La gran mayoría de los pacientes con CoA tienden a presentar en la infancia pulsos femorales ausentes, retrasados o disminuidos, gradiente de presión sanguínea arterial del entre brazo y pierna y soplo en espalda (16).

Reto diagnóstico prenatal

La mayoría de los casos que han sido detectados con CoA en el periodo prenatal se relacionan a un crecimiento anormal de la aorta ascendente y el arco transversal, dando como resultado una variabilidad de hipoplasia del arco de la aorta, esto motiva cuando se sospecha coartación de aorta en el feto, evaluar todo el arco aórtico (17), también se valoran otros marcadores ecocardiográficos que pueden mejorar las tasas de detección prenatal y reducir los falsos positivos, la relación istmo/ductal, la relación arteria pulmonar/aorta y la presencia de flujo diastólico continuo a nivel del istmo (16).

Evaluación diagnóstica

Un estudio realizado en Colorado, incluyó a 108 fetos con sospecha de presentar CoA, al aplicar variables como el tamaño epicárdico, características de ambos ventrículos y su contractibilidad anormal y utilizando estrategias diagnósticas como Ecocardiografía Doppler color, resultó que los fetos con CoA verdadera tenían anomalías cardíacas como hipoplasia de arco aórtico, en la válvula mitral y válvula aórtica bicúspide y el 80 % presentó desproporción en el área de los ventrículos. Para este abordaje e investigación, la Ecocardiografía Doppler es el

pilar fundamental para evaluar y diagnosticar en detalle el sistema cardiovascular del feto, además, es eficaz desde los primeros meses de gestación hasta concluir el embarazo (18,19).

Un examen apropiado del corazón fetal conlleva la recomendación de la vista y visión: De tres cámaras, cuatro cámaras, de los tractos de salida de ambos ventrículos (19).

El estudio de flujo con Doppler nos brinda información de disminución del flujo en el istmo de la aorta en el transcurso de la diástole, debido a la obstrucción de la circulación a ese nivel, en comparación con un flujo pulsátil sin flujo diastólico que se presenta en situaciones normales. Los fetos con irregularidades en su simetría cardíaca y en aquellos que presentan alteración del flujo en el istmo tienen un riesgo de 15,8 veces mayor de padecer CoAo (19,20). Además, nos permite analizar el aceleramiento del flujo en el sitio de coartación, permitiendo calcular diferencias de la presión entre la aorta proximal y la aorta distal, signos muy específicos de coartación pero poco frecuentes en vida fetal (21).

Se dispone de:

1) Desarrollo asimétrico (signos indirectos):

- Asimetría en cavidades cardíacas con desarrollo >1,4/1 a favor de VD indicadores predictivo hasta 28 Semanas de gestación.
- Asimetrías de grandes vasos con dominancia de arteria pulmonar (12).

El foramen oval y el DA presentes en la circulación cardíaca del feto, provocan que ante una CoA la mayor presión a nivel del corazón izquierdo dirija la sangre al lado derecho del corazón, dilatando las estructuras cardíacas derechas, presentándose el signo guía indirecto como lo es la asimetría de las cámaras con dominancia derecha, lo cual ayudaría al diagnóstico prenatal de la CoAo (12,20).

Existe una asimetría de los grandes vasos con dominio al tronco pulmonar en comparación con la aorta ascendente en fetos con CoAo. No obstante, su predicción disminuye en cuanto avanza la edad gestacional (12,20).

Signo Directo: Hipoplasia de arco

De acuerdo a un metaanálisis se determinó que una hipoplasia de arco aórtico, era un hallazgo

independiente relacionado con la CoAa, llegando a ser el factor con mejor sensibilidad (90 %) y especificidad (87 %.), entonces constatar la presencia de una hipoplasia aortica puede ser la manifestación más consistente y fiable en aquellos fetos con CoAo (12,22).

Al valorar el arco aórtico es importante enfocarnos en la medición del istmo aórtico debido a que es una estructura reproducible en cuanto a su medición.

En este caso hay que medir la proyección tanto sagital, como axial. Por lo tanto Un Z-score del istmo inferior a -2 se relaciona con un riesgo superior de CoAo (12,23).

Realizando la comparación de indicadores obtenidos por Ecocardiografía prenatal/neonatal, se demostró resultados significativamente estadísticos en predecir CoA, Evaluando el arco aórtico fetal, los ángulos aorta ascendente / Aorta transversa (AAo-TAo) y los ángulos aorta ascendente /aorta descendente (AAo-DAo), la relación de diámetro de la arteria carótida común izquierda/ arco transverso distal, arteria subclavia izquierda/arco transverso distal (23).

Resumen de parámetros e índices por Ecocardiografía Doppler de mayor relevancia en la detección de CoA fetal.

- Medición de la tricúspide o mitral, istmo aórtico.
- La relación entre el istmo aórtico y el ductus arterioso.
- Relación entre la arteria pulmonar con la aorta.
- Obstrucción del flujo sobre el istmo aórtico en la vista sagital (24,25)

En la CoaA son muchos los médicos que basados en la desproporción de los ventrículos y en un flujo disminuido e inverso clasifican a los fetos como de riesgo bajo o alto. Sin embargo, existen otros parámetros como el calibre de la arteria aorta, el istmo aórtico y el calibre de la aorta descendente, tomando en cuenta el diámetro o tamaño tanto de la arteria pulmonar como de la aorta ascendente (24).

Resultados

Tabla 1. Estudios de métodos diagnósticos en CoA

Nº	Tema del Estudio	Nombre/Autor	Metodología	Población	Prueba Diagnóstica	Resultados
1	Cardiopatías congénitas importantes nacidas vivas en Dinamarca: incidencia, tasa de detección y tasa de interrupción del embarazo de 1996 a 2013	rebekka lyzen, et al., (9)	Estudio observacional retrospectivo de base poblacional	14688 niños nacidos vivos y fetos abortados con diagnóstico de cardiopatía coronaria	Ultrasonografía	Aplicar una ultrasonografía de forma temprana en las cardiopatías coronarias mejoran las tasas de falsos positivos hasta en un 39%
3	Coartación de la Aorta	Isabel Bolaños Martínez. (15).	Revisión bibliográfica de tipo narrativa	Prenatales	Ecocardiograma fetal	Dificultad del diagnóstico temprano de CoA, aun realizando ecocardiogramas fetales sigue siendo un reto para el personal de salud.

Realizado por: Barros, G. (2023).

Tabla 2. Estudios de hallazgos imagenológicos predictores de CoA.

Nº	Tema del Estudio	Nombre/Autor	Metodología	Población	Hallazgo Imagenológico	Resultados
1	Retos en el diagnóstico prenatal de coartación de aorta: actualización y perspectiva actual	Enezy Gómez-Montes (12).	Revisión bibliográfica de tipo narrativa	Prenatales	Signo Directo: Hipoplasia De Arco	Valor predictivo mejora al emplear parámetros como la hipoplasia de aorta, sin embargo, su diagnóstico se puede confirmar de forma postnatal.
2	Coartación aórtica fetal: una combinación de parámetros ecocardiográficos del tercer trimestre para mejorar la predicción del resultado postnatal	Giulia Tuo et al., (17)	Artículo de investigación experimental	Se incluyeron 91 fetos con sospecha de CoA.	Mediciones del arco aórtico transverso distal y de la válvula aórtica	Medidas ecocardiográficas para estratificar el riesgo de padecer CoA, mejorando las tasas de detecciones. Determinando que tanto las mediciones del arco aórtico transverso distal y mediciones de la válvula aórtica constituyen parámetros predictores de CoA posterior al nacimiento.
3	Detección mejorada de la coartación de la aorta mediante el análisis de seguimiento de manchas del corazón fetal en el último examen antes del parto	GIR De Vore et al., (18)	Estudio retrospectivo	Se incluyeron 108 fetos sospechosos de tener CoA	Desproporción de cámaras cardiacas e hipoplasia de arco aórtico	Los parámetros predictores fueron tanto las desproporciones en las cámaras cardiacas como hipoplasia del arco aórtico.

Realizado por: Barros, G. (2023).

Tratamiento

Al diagnosticar CoA a los recién nacidos, los pasos a seguir en su tratamiento es hospitalizar para la administración continua de prostaglandinas E1, ya que permitirá mantener abierto el conducto arterioso. Para aquellos pacientes que presenten signos clínicos o un diagnóstico sutil es necesario que se encuentren en constante observación clínica y optar por una Ecocardiografía para determinar si el cierre del conducto arterioso da como resultado una CoA clínicamente significativa (27).

Tabla 1. Manejo post natal estándar de CoaA

Recién nacido (RN)	Manejo post natal estándar
RN con alta sospecha clínica prenatal de CoaA	Administración de prostaglandinas al nacer.
RN con baja sospecha clínica prenatal de CoaA	Monitoreo continuo a través de la recolección de gases en sangre arterial y lactato. No se administra prostaglandinas.
CoaA confirmada	Cirugía

Fuente: F Z, Adj TH, Mc S, Bb B, Ih L, I K, et al. Prenatal detection of aortic coarctation in a wellorganized screening setting: Are we there yet? Prenat Diagn. mayo de 2023;43(5). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36549919/> (28)

Pronóstico de la enfermedad

Los pacientes adolescentes y adultos con una CoA generalmente están predispuestos a presentar hipertensión arterial, hipertrofia del ventrículo izquierdo, insuficiencia cardíaca congestiva, hemorragia intracraneal secundaria a aneurismas intracraneales (12, 29).

Los pacientes con tratamiento oportuno y eficaz, la supervivencia global a 10 años se encuentra entre del 91 % - 95 % y a 20 años corresponde al 84% - 89%, describiéndose mayor mortalidad a medio y largo plazo para aquellos pacientes con CoAo preductales que en aquellas coartaciones ductales o posductales (32 % vs. 3 %) (12).

Los pacientes presentan una buena calidad de vida, sin embargo, hay que realizar seguimientos cardiológicos periódicos toda la vida con el fin de detectar alteraciones o anomalías que puedan suscitarse o desarrollarse a medio-largo plazo (12).

Discusión

La CoA se incluye en la lista de los defectos cardíacos congénitos más frecuentes, sin embargo, representa una cardiopatía de difícil diagnóstico en el período prenatal. El estudio en Dinamarca señala que su tasa de detección fue más baja en comparación con las demás malformaciones cardíacas, sobre todo por los falsos positivos (9).

Por ello, en muchas ocasiones el diagnóstico de la CoA se basa solo en un diagnóstico de sospecha con signos inespecífico que dependen de la edad gestacional, puntualizando que durante el segundo trimestre del embarazo es cuando se obtienen más información diagnóstica. Actualmente los avances en imágenes con técnicas de 3D y Strain incorporadas a los Ecocardiógrafos Doppler color, nos facilita en tiempo real, no solo la anatomía sino también el estado disfuncional desde sus fases iniciales (23).

Permite identificar asimetrías ventriculares y de grandes arterias, aunque son de bajo valor predictivo, con estructura adyacente, cuyas alteraciones lo son de mayor valor predictivo que los primeros, en un meta análisis nos manifiesta que la hipoplasia de arco aórtico puede ser la manifestación con más peso en fetos con CoA y a ello lo corrobora el estudio en Shandong que establece la importancia de aplicar las observaciones del arco aórtico distal (23, 24)

finalmente los índices de flujos a través Istmo, que nos permiten alcanzar mejor rendimiento diagnóstico (30).

Conclusión

La CoA a pesar de ser una cardiopatía congénita de difícil diagnóstico, en la actualidad se ha implementado estrategias que conllevan a un avance en su diagnóstico prenatal. Por ello, gracias a los estudios experimentales, se ha determinado que la mejor etapa para el diagnóstico de CoA es en el segundo trimestre del embarazo y la Ecocardiografía Dolor Color, es el estudio que, nos brinda indicadores indirectos y directos de coartación de aorta como la asimetría de cámaras y grandes vasos, la hipoplasia del arco aórtico y las alteraciones del flujo del istmo de aorta, estos indicadores en conjunto tienen elevado valor predictivo, pero en edades tempranas antes de las 28 semanas de gestación.

Revisión por pares

El manuscrito fue revisado por pares ciegos y fue aprobado oportunamente por el Equipo Editorial de la revista INSPILIP.

Disponibilidad de datos y materiales

Los datos que sustentan este manuscrito están disponibles bajo requisición al autor correspondiente.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Las distintas fases de la investigación fueron realizadas por los autores, que contribuyeron de igual forma en todo el proceso

Financiamiento

Propio de los autores

Referencias Bibliográficas

1. Tellez AT, Fonte YF, Rodríguez NC, Padrón LS, Padrón LS, Otero DL. Caracterización epidemiológica de los defectos congénitos mayores en Pinar del Río. *Rev Cuba Genética Comunitaria*. 12 de abril de 2022;13(2). Disponible en: <https://revgenetica.sld.cu/index.php/gen/article/view/98>
2. Muralles-Castillo FA. [Characteristics of pediatric patients operated of aortic coarctation in the years 2009 to 2018 at the National Institute of Cardiology Ignacio Chávez]. *Arch Cardiol Mex*. 2020;90(4):436-41.
3. Salazar JEJ, Archila LJF, Bernal JH, Gutiérrez ARB, García LNR, Berra KCT, et al. Coartación aórtica no corregida en una paciente embarazada. *Rev Salud Bosque*. 2021;11(2):1-10.
4. Sun YH. Prenatal diagnosis of congenital heart defects: echocardiography - PubMed [Internet]. *Translational Pediatrics*. 2021. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34584892/>
5. Yokoyama U, Ichikawa Y, Minamisawa S, Ishikawa Y. Pathology and molecular mechanisms of coarctation of the aorta and its association with the ductus arteriosus | *The Journal of Physiological Sciences* | Full Text. 2016. Disponible en: <https://jps.biomedcentral.com/articles/10.1007/s12576-016-0512-x>
6. Abjigitova D, M Mokhles M, Witsenburg M, van de Woestijne PC, Bekkers JA, Bogers AJJC. Surgical repair of aortic coarctation in adults: half a century of a single centre clinical experience - PubMed. *European Association for Cardio-thoracic Surgery*. 2019. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31549166/>
7. Doshi AR, Chikkabyrappa S. Coarctation of Aorta in Children. *Cureus*. 2018;10(12):e3690.
8. Joshi G, Skinner G, Shebani SO. Presentation of coarctation of the aorta in the neonates and the infant with short and long term implications. *Paediatr Child Health*. 1 de febrero de 2017;27(2):83-9.
9. Lytzen R, Vejstrup N, Bjerre J, Petersen OB, Leenskold S, Dodd JK, et al. Live-Born Major Congenital Heart Disease in Denmark: Incidence,

Detection Rate, and Termination of Pregnancy Rate From 1996 to 2013. *JAMA Cardiol.* 9 de enero de 2018;3(9). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30027209/>

10. Law MA, Tivakaran VS. Coarctation of the Aorta. En: *StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.* Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430913/>

11. Wang Y, Liu C, Zhang Y, Wang M. Prenatal diagnosis of coarctation of the aorta with a long and angled isthmus by two- and three-dimensional echocardiography: a case report. *BMC Cardiovasc Disord.* 13 de abril de 2021;21(1):176.

12. Gómez Montes E, Villalain C, Herraiz I, Galindo A. Retos en el diagnóstico prenatal de coartación de aorta: actualización y perspectiva actual. *Revista chilena de obstetricia y ginecología.* 2022. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75262022000300229&script=sci_arttext

13. Familiari A. Risk Factors for Coarctation of the Aorta on Prenatal Ultrasound: A Systematic Review and Meta-Analysis - PubMed. *CIRCULATION.* 2016. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28034902/>

14. Wang Y, Liu C, Zhang Y, Wang M. Prenatal diagnosis of coarctation of the aorta with a long and angled isthmus by two- and three-dimensional echocardiography: a case report. *BMC Cardiovasc Disord.* 13 de abril de 2021;21(1):176.

15. Bolaños Martínez I, Mora Membreño K, Bolaños Umaña S, Bujan Murillo S, Bolaños Martínez I, Mora Membreño K, et al. Coartación de aorta. *Med Leg Costa Rica.* marzo de 2020;37(1):87-92

16. Dijkema EJ, Leiner T, Grotenhuis H. Diagnosis, imaging and clinical management of aortic coarctation - PubMed. *HEART.* 2017. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28377475/>

17. Tuo G, Paladini D, Marasini L, Buratti S, De Tonetti G, Calevo MG, et al. Fetal aortic coarctation: A combination of third-trimester echocardiographic parameters to improve the prediction of postnatal outcome. *Front Pediatr.* 10 de octubre de 2022;10:866994.

18. DeVore GR, Haxel C, Satou G, Sklansky M, Pelka MJ, Jone PN, et al. Improved detection of

coarctation of the aorta using speckle-tracking analysis of fetal heart on last examination prior to delivery. *Ultrasound Obstet Gynecol Off J Int Soc Ultrasound Obstet Gynecol.* febrero de 2021;57(2):282-91.

19. Medjedovic E, Begić Z, Stanojevic M, Edin B. Ultrasound in the Service of Early Diagnosis and Treatment of Congenital Heart Defects: Bosnian and Herzegovinian Experience. *Donald Sch J Ultrasound Obstet Gynecol.* 1 de junio de 2020;14(2):131-5.

20. Rodriguez AW, Puras MJR, Vinuesa PGG de. Técnicas de imagen en la coartación de aorta. *Rev Ecocardiografía Práctica Otras Téc Imagen Cardíaca.* 30 de abril de 2020;3(1):7-13.

21. Gutiérrez Sánchez AM, Marín Andrés M, Ayerza Casas A, Palanca Arias D, López Ramón M, Jiménez Montañés L. Coartación de aorta en neonatos y lactantes menores de 2 meses: resultados terapéuticos en los últimos 6 años en un hospital terciario. *Bol Soc Pediatría Aragón Rioja Soria.* 2020;50(2 (Mayo-Agosto)):85-90.

22. Bhatt AB, Lantin-Hermoso MR, J Daniels C, Jaquiss R, Landis BJ, S Marino B, et al. Isolated Coarctation of the Aorta: Current Concepts and Perspectives - PubMed. *Front Cardiovasc Med.* 2022. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35694677/>

23. Wutthigate P, Simoneau J, Renaud C, Altit G. Early Echocardiography Predicts Intervention Need in Antenatal Suspicion of Coarctation of the Aorta. *CJC Pediatr Congenit Heart Dis.* 1 de agosto de 2022;1(4):167-73.

24. Wang H, Wang X, Zhu M, Liang H, Feng J, Zhang N, et al. A clinical prediction model to estimate the risk for coarctation of the aorta: From fetal to newborn life. *J Obstet Gynaecol Res.* septiembre de 2022;48(9):2304-13.

25. Wang H, Lei W, Liu J, Yang B, Li H, Huang D. The Diastolic and Systolic Velocity-Time Integral Ratio of the Aortic Isthmus Is a Sensitive Indicator of Aortic Coarctation in Fetuses - PubMed. *American Society of Echocardiography.* 2019. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31443942/>

26. Lee A, Reddy M, Chai M, Grange Sobe I, Green E, Rolnik DL, et al. Subjective and Objective Sonographic Assessment for the Prenatal Detection

of Neonatal Coarctation of the Aorta. Fetal Diagn Ther. 7 de marzo de 2023;98-105.

27. Trujillo KAR, Almanza RF, Niño FAM, Joly DM. Coartación aortica, diagnóstico y tratamiento. RECIMUNDO. 31 de marzo de 2021;5(2):4-15.

28. F Z, Arend D J TH, Maartje S, Bo b B, Ingeborg H L, Ingmar K, et al. Prenatal detection of aortic coarctation in a well-organized screening setting: Are we there yet? Prenat Diagn. mayo de 2023;43(5). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36549919/>

29. Qin K, Yang J, Tang M, Iroegbu CD, Hu S, Fan C. Delayed Therapy of Descending Aortic Coarctation Results in Anterior Cerebral Rupture: A Case Report. Front Pediatr. 4 de octubre de 2021;9:654705.

30. Jata B, Jahollari A, Kojqiqi A, Huti G. Coarctation of Aorta and Post-Stenotic Dissecting Aortic Aneurysm Successfully Treated with Endovascular Stent. Int Med Case Rep J. 2020;13:367-70