

**HIPERECOGENICIDAD DE AORTA ASCENDENTE Y PROBABILIDAD DE  
COARTACION AÓRTICA Y LESION ESTENOTICA DE LA VALVULA  
AÓRTICA FETAL**



**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO  
CLINICA UNIVERSITARIA COLOMBIA  
BOGOTÁ D.C**

**HIPERECOGENICIDAD DE AORTA ASCENDENTE Y PROBABILIDAD DE  
COARTACION AÓRTICA Y LESION ESTENOTICA DE LA VALVULA  
AÓRTICA FETAL**

**AUTORES**

**Dr. Mauricio Herrera**

Especialista en Medicina Materno Fetal

Coordinador Postgrado Medicina Materno Fetal

**Dr. Jaime Arenas**

Especialista en Medicina Materno fetal

Coordinador Científico Unidad Medicina Materno Fetal

**Dr. Mario Rebolledo**

Especialista en Medicina Materno fetal

**Dr. Juan Carlos De León**

Especialista en Medicina Materno Fetal

**Dr. Milcíades Ibáñez Pinilla**

Docente Investigador Universidad del Rosario, Unisanitas, MSc, Phd.

**Dra. Aylin Acevedo Angulo**

Ginecólogo Obstetra

Fellow Medicina Materno Fetal

Universidad del Rosario.

**Bogotá Febrero 2020**

**HIPERECOGENICIDAD DE AORTA ASCENDENTE Y PROBABILIDAD DE  
COARTACION AÓRTICA Y LESION ESTENOTICA DE LA VALVULA  
AÓRTICA FETAL**

**AYLIN ADRIANA ACEVEDO ANGULO**

Trabajo de Grado para obtener el Título de Especialista en Medicina Materno Fetal

**Universidad Del Rosario**

**Tutores temáticos**

**Dr. Mauricio Herrera**

**Dr. Jaime Arenas**

**Dr. Mario Rebolledo**

**Dr. Juan Carlos De León**

**Tutor Metodológico**

**Dr. Milciades Ibáñez Pinilla.**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO - CLINICA UNIVERSITARIA COLOMBIA  
BOGOTÁ D.C FEBRERO 2020**

**HIPERECOGENICIDAD DE AORTA ASCENDENTE Y PROBABILIDAD DE  
COARTACION AÓRTICA Y LESION ESTENOTICA DE LA VALVULA  
AÓRTICA FETAL**

**Autor**

**AYLIN ADRIANA ACEVEDO ANGULO**

Médico. Universidad Cooperativa de Colombia

Especialista en Ginecología y Obstetricia. Universidad Metropolitana

Residente De Subespecialidad Medicina Materno Fetal

Universidad Del Rosario

Email: [aylinacvdo.1024@gmail.com](mailto:aylinacvdo.1024@gmail.com)

Instituciones Participantes:

Universidad Del Rosario

Clínica Universitaria Colombia

“La Universidad del Rosario, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”

## **Agradecimientos**

Agradecer en primer lugar a Dios Todopoderoso por permitirme realizar este sueño, a mis padres quienes han sido ejemplo de vida y esfuerzo, a mi esposo, familia y amigos por apoyarme en este proyecto de vida; y a mis profesores Mauricio Herrera, Jaime Arenas, Mario Rebolledo, Juan Carlos De León y Milcíades Ibáñez Pinilla por su dedicación en el arte de enseñar, al personal de la Unidad de Medicina Materno Fetal de la Clínica Universitaria Colombia, a las pacientes que colaboraron en este estudio y mis compañeros residentes de la especialidad en medicina materno fetal que fueron un apoyo incondicional.

Muchas Gracias

## Índice de Contenido

Índice de tablas.....	8
Resumen .....	10
Abstract.....	11
<b>1. Introducción</b> .....	12
<b>2. Planteamiento del problema</b> .....	14
<b>3. Justificación</b> .....	16
<b>4. Marco teórico</b> .....	18
<b>5. Objetivos</b> .....	39
<b>6. Metodología de la investigación</b> .....	40
6.1. Diseño del estudio .....	40
6.2 Población de estudio .....	40
6.3 Criterios de inclusión .....	40
6.4 Criterios de exclusión.....	40
6.5 Muestra .....	40
<b>7. Definición y operacionalización de variables</b> .....	41
<b>8. Presupuesto.</b> .....	45
<b>9. Aspectos éticos.</b> .....	46
<b>10. Cronograma de actividades</b> .....	48
<b>11. Resultados</b> .....	49
<b>12. Discusión</b> .....	55
<b>13. Conclusiones</b> .....	59
<b>14. Recomendaciones</b> .....	60
<b>15. Bibliografía</b> .....	61
<b>15. Anexos.</b> .....	65
Anexo 1 Instrumento de recolección para trabajo de investigación.....	65
Anexo 2 Carta aprobación comité de ética Clínica Colombia .....	67

## Índice de tablas

Tabla 1: Indicaciones del ecocardiograma fetal .....	29
Tabla 2. Cariotipo de fetos con diagnóstico de cardiopatía congénita en la unidad de medicina materno fetal. Clínica universitaria Colombia. Entre 2005 y 2019 .....	61
Tabla 3. Distribución del diagnóstico de la ecocardiografía postnatal en Recién Nacidos de la unidad de medicina materno fetal. Clínica universitaria Colombia, 2005 y 2019 .....	62
Tabla 4. Acuerdo en el diagnóstico prenatal y postnatal de fetos con cardiopatía congénita en la unidad de medicina materno fetal. Clínica universitaria Colombia, 2005 y 2019 .....	63
Tabla 5. Concordancia entre hallazgo de hiperecogenicidad prenatal y postnatal, en fetos con cardiopatía congénita de la unidad de medicina materno fetal. Clínica universitaria Colombia. Entre 2005 y 2019 .....	64

## Índice de figuras

Figura 1. Esquema de saturación de oxígeno en el corazón fetal .....	21
Figura 2. Vista apical de cuatro cámaras del corazón fetal .....	24
Figura 3. Corte de tres vasos .....	25
Figura 4. Tracto de salida de ventrículo izquierdo .....	26
Figura 5. Tracto de salida de ventrículo derecho.....	26
Figura 6. Vista del ventrículo izquierdo cardíaca.....	28
Figura 7. Vista longitudinal del arco aórtico (AAo).....	28
Figura 8. Evaluación de la hiperecogenicidad de la aorta .....	43
Figura 9. Flujograma de seguimiento a las pacientes.....	49

## Resumen

**Antecedentes:** La coartación de la aorta (CoA) y la estenosis de la aorta representan el 5-8% de las cardiopatías congénitas, con alta tasa de morbimortalidad, que se pueden identificar mediante el diagnóstico ecográfico prenatal, y tratamiento precoz; sin embargo, su diagnóstico es difícil. Se ha evidenciado en pacientes con estenosis y coartación, el aumento de la ecogenicidad de la pared aórtica, razón por lo que se decide identificar la frecuencia de presentación.

**Materiales y métodos:** Estudio descriptivo. Se incluyeron fetos con diagnóstico de cardiopatía congénita con compromiso de la aorta ascendente (coartación y/o estenosis aórtica), entre enero de 2005 y julio de 2019. Se evaluó la hiperecogenicidad de la pared de la aorta y la probabilidad de su presencia como signo indirecto de la coartación aórtica y la lesión estenótica de la válvula aórtica.

**Resultados:** La probabilidad de la hiperecogenicidad prenatal fue de 96,4% de los fetos con cardiopatía congénita con compromiso de la aorta ascendente (CoA y estenosis de la aorta). En los pacientes que presentaron estenosis aórtica, coartación aórtica o ambas patologías, la hiperecogenicidad prenatal fue un hallazgo positivo en el 100% de los pacientes (n=25, 30 y 3 respectivamente).

**Conclusiones:** La probabilidad del hallazgo de hiperecogenicidad en la ecografía prenatal de las cardiopatías con compromiso de la aorta ascendente es del 96,4%. Es necesario estudios de prueba diagnóstica para conocer características operativas de la hiperecogenicidad dado su alta probabilidad de resultado en pacientes con esta patología.

### Palabras clave:

Cardiopatía congénita, estenosis aórtica, coartación aórtica, probabilidad, hiperecogenicidad.

## **Abstract**

**Background:** Coarctation of the aorta (CoA) represents 5-8% of congenital heart disease, and is associated with aortic stenosis in 60%. They have high morbidity and mortality, which can be prevented by prenatal ultrasound diagnosis, and early treatment; However, its diagnosis is difficult. It has been shown in patients with stenosis and coarctation, the increased echogenicity of the aortic wall, which is why it is decided to identify the frequency of presentation.

**Materials and methods:** Descriptive study. Fetuses with a diagnosis of congenital heart disease with compromised ascending aorta (coarctation and / or aortic stenosis) were included between January 2005 and July 2019. Hyperechogenicity of the aortic wall was evaluated in each of the pathologies, and the prenatal and postnatal concordance of this finding, by means of kappa de cohen.

**Results:** The probability of prenatal hyperechogenicity was 96.4% of fetuses with congenital heart disease with compromised ascending aorta (CoA and stenosis of the aorta). In patients who presented aortic stenosis, coarctation of the aorta or both pathologies, prenatal hyperechogenicity was a positive finding in 100% of patients (n = 25, 30 and 3 respectively).

**Conclusions:** The probability of finding hyperechogenicity in prenatal ultrasound of congenital heart disease with compromised ascending aorta is 96.4%. Diagnostic test studies are necessary to know operational characteristics of hyperechogenicity given its high probability of outcome in patients with this pathology..

### **Keywords:**

Congenital heart disease, aortic stenosis, coarctation of the aorta, probability, hyperechogenicity

## ***1. Introducción***

Las malformaciones congénitas, corresponden a un conjunto de alteraciones que tienen un origen prenatal, es decir, que están presentes desde el nacimiento, visibles o no. Esa presencia -advertida o no- puede tener diferentes causas(1). La mortalidad infantil atribuible a anomalías congénitas es mayor en los países menos desarrollados, aunque como proporción de las muertes infantiles es mayor en los países más desarrollados (2). Según el último reporte de septiembre de 2016 de la OMS, se calcula que cada año 303.000 recién nacidos fallecen durante las primeras cuatro semanas de vida en el mundo debido a anomalías congénitas(2).

Las estadísticas hablan que el 3 al 4% de todos los recién nacidos presentan una malformación congénita importante al nacer, siendo las cardiopatías las más frecuentes, con una incidencia entre 4 y 13 por cada 1000 recién nacidos vivos(3) y representan el 20% de las muertes neonatales y cerca de un 50% de la mortalidad infantil debido a malformaciones(4).

El término diagnóstico prenatal comprende una variedad de técnicas destinadas a determinar la salud y el estado del embrión o el feto(5). Su principal objetivo es identificar en una etapa temprana del embarazo, si es posible, malformaciones u otras condiciones que podrían aumentar el riesgo de un resultado adverso en el embarazo(5). Entre 1950 y 1994 (6), el 42% de las muertes infantiles notificadas por la Organización Mundial de la Salud fueron atribuidas a defectos cardiacos. Entre el 10 al 15 % de los niños que presentan una cardiopatía congénita, muestran un factor de riesgo prenatal que la hace sospechar, por lo tanto, la detección prenatal varía de forma amplia, y parte de esa variación está dada por factores como habilidad del examinador, ventana acústica y posición fetal al momento del examen ecográfico(4). De rutina la ecografía de semana 20 a 24, detecta el 95% de las malformaciones cardiacas, incorporando corte de 4 cámaras, tractos de salida y doppler color(3).

Dentro de las cardiopatías congénitas la coartación de la aorta (CoA), representa el 5-8% de las mismas(7), esta malformación se caracteriza por el estrechamiento del arco aórtico distal,

tiene una relación con la lesión estenótica de la válvula aórtica en un 60% de las presentaciones. Esta lesión obstructiva puede reducir el flujo sanguíneo en el arco aórtico fetal, lo que lleva a hipoplasia del arco aórtico y por ende disminución del flujo de sangre a través de la aorta descendente que generara cambios hemodinámicos fetales importantes, y pronóstico postnatal reservado por el riesgo de hipoxia y sus complicaciones; estos cambios hemodinámicos van a depender de la severidad de la estenosis(8). La estenosis aórtica, que corresponde a un estrechamiento de la válvula aórtica, que resulta de una obstrucción de la salida del ventrículo izquierdo. Representa el 3 al 6% de los recién nacidos con cardiopatía congénita, y es una malformación asociada en el 30% de los casos. (9)

Es necesaria la identificación temprana de la CoA y estenosis de la aorta, con ello iniciar seguimientos y poder realizar tratamientos oportunos que reflejen en la salud de los niños, o la preparación de la madre ante un desenlace desfavorable. Actualmente las técnicas diagnósticas permiten su identificación, pero con algunas limitaciones. Dentro de lo observado en nuestro centro, dentro de los hallazgos ecográficos encontrados en fetos con sospecha o diagnóstico confirmado de CoA y lesión estenótica de la válvula aórtica, se encuentra un aumento de la ecogenicidad de la pared de la aorta ascendente, por lo tanto se plantea la idea de evaluar este signo en pacientes con esta patología, para determinar la posibilidad de ser utilizado como complemento en el diagnóstico.

## ***2. Planteamiento del problema***

Estudios de diagnóstico prenatal de coartación de la aorta y lesión estenótica de la aorta, han establecido los criterios para el diagnóstico de estas condiciones. Para hablar de coartación de la aorta son signos establecidos la desproporción ventricular, hipoplasia del arco aórtico transversal, el shelf contraductal, la relación en el tamaño de la aorta y la pulmonar. En relación a la estenosis aórtica, los signos ecográficos incluyen fijos como lo son: anomalía en el corte de cuatro cámaras, dependiente de un ventrículo izquierdo dilatado, circular, con paredes ecogénicas, lo que corresponde a fibroelastosis endocárdica; con contractibilidad reducida (10–12).

Teniendo el conocimiento sobre los signos ecográficos para el diagnóstico de la CoA y estenosis aórtica; dentro de lo observado en nuestro centro, dentro de los hallazgos ecográficos encontrados en fetos con sospecha o diagnóstico confirmado de CoA y lesión estenótica de la válvula aórtica, es el aumento de la ecogenicidad de la pared de la aorta ascendente, comparándolo con la ecogenicidad que tiene el hueso. Siendo este hallazgo aún no descrito en la literatura como signo indirecto del diagnóstico(13).

Por lo anterior, este estudio propone, revisar la ecocardiografía de fetos con sospecha de cardiopatía congénita, para detectar la hiperecogenicidad de la pared aórtica ascendente, seleccionando de la manera relevante los posibles fetos que tienen un alto riesgo de desarrollar CoA y lesión estenótica de la aorta, o aquellos que tengan sospecha ecográfica, y de asociar la hiperecogenicidad aórtica como signo indirecto probable de estas cardiopatías.

Como resultado del análisis anterior, si el hallazgo ecográfico de la hiperecogenicidad de la pared aórtica, se asocia con coartación y estenosis aórtica, se incluirá un nuevo signo ecográfico indirecto que aumente la sensibilidad del diagnósticos prenatal de estas dos cardiopatías que permita al servicio de neonatología realizar un manejo integral de neonato, con el objetivo de evitar el colapso hemodinámico que lleve a la muerte del recién nacido.

Por ende surge la pregunta de esta investigación,

¿Cuál es la probabilidad de la hiperecogenicidad de la aorta ascendente como signo indirecto de la coartación aórtica y la lesión estenótica de la válvula aórtica en fetos con patología de la aorta ascendente, de la Unidad de Materno Fetal, CUC, entre enero de 2005 a julio de 2019?

### **3. Justificación**

En Colombia, la población infantil que requieren de una intervención quirúrgica cardíaca oscila aproximadamente en 150 niños por millón de habitantes, pero las estadísticas muestran que solo se intervienen 52 niños por millón de habitantes, lo cual obliga a los servicios médicos a mejorar la toma de decisiones que favorezcan a este gran número de niños que no tendrán la oportunidad de recibir ningún tipo de atención adecuada y oportuna para la intervención quirúrgica cardíaca que requiere(14).

El diagnóstico prenatal de la coartación de la aorta, sigue siendo difícil de realizar, como lo demuestra el número de falsos positivos y falsos negativos en diferentes centros. En el 98% de los casos de CoA(15), se ubica entre el origen de la arteria subclavia izquierda y el ductus arterioso (istmo aórtico).

La severidad de la CoA varía desde una mínima estrechez hasta una hipoplasia severa de todo el arco aórtico(7). En la literatura se describe que la identificación se realiza en menos del 30% de los casos(15). En el feto generalmente es muy difícil la identificación de la zona de estrechez, es por ello que eventualmente se sospecha por hallazgos indirectos que incluyen: desproporción entre los ventrículos, con dominancia derecha, la relación entre ellos y las grandes arterias, con dominancia de la arteria pulmonar con respecto a la arteria aorta visible en el corte de tres vasos (12). Los valores predictivos positivos varían según la edad gestacional: < 24 semanas el VPP es de aproximadamente 80%, pero > 24 semanas baja a 30-40%(15).

Por el contrario, la estenosis de la válvula aórtica, su identificación y severidad, tiene una mejor predicción en el diagnóstico prenatal, con signos ecográficos definidos por un tracto de salida de ventrículo izquierdo reducido, adelgazado, valvas con poca movilidad, dilatación de la aorta ascendente o estrechamiento post-estenótico (10), observándose el aumento de la ecogenicidad de sus paredes, en algunos casos.

Debido a las dificultades en el diagnóstico de esta patología, teniendo en cuenta la alta morbimortalidad, es importante contar con pruebas que permitan hacer un adecuado

diagnóstico, por lo que en la presente propuesta, considera evaluar la hiperecogenicidad de la aorta ascendente como signo indirecto probable para el diagnóstico de esta malformación cardíaca, en la ecocardiografía de fetos con cardiopatía congénita con compromiso de la aorta ascendente como lo es CoA y la estenosis de la aorta, e identificar, y determinar cuál es la probabilidad de este hallazgo, con el fin de evaluar la posibilidad de incluir este signo en el abordaje diagnóstico de estas patologías.

#### **4. Marco teórico**

Las anomalías congénitas se denominan también defectos de nacimiento, trastornos congénitos o malformaciones congénitas(2). La OMS calcula que en 2004 unos 260 000 fallecimientos en el mundo (alrededor de un 7% de todas las muertes de recién nacidos) fueron causados por anomalías congénitas, lo que supone la primera causa de defunción en los contextos que presentan menores índices generales de mortalidad, como la Región de Europa, donde hasta un 25% de los casos de muerte neonatal se deben a anomalías congénitas.(16)

Las alteraciones cardíacas congénitas (CC) son el tipo de malformación más frecuente, con una incidencia entre 4 y 13 por cada 1000 recién nacidos vivos(3), sin embargo la mitad de los casos de CC son leves y fácilmente corregibles quirúrgicamente, siendo el resto responsables de la mitad de las muertes por anomalías congénitas en la niñez(10).

De todos los casos de CC, el 46% se diagnostica en la primera semana de vida, el 88% en el primer año de vida y el 98% en el cuarto año de vida(10), por ende el diagnóstico prenatal permite un mejor asesoramiento del embarazo y un mejor resultado neonatal(10).

La coartación de la aorta y la estenosis de la válvula aórtica representan entre el 7-10% de las cardiopatías congénitas. Estas cardiopatías requieren de la permeabilidad del ductus arterioso en la vida postnatal para garantizar la estabilidad hemodinámica, y mejora el pronóstico. El diagnóstico prenatal de estas cardiopatías, requiere del conocimiento de expertos en el conocimiento básico acerca del desarrollo del corazón, su función, evaluación prenatal del corazón fetal normal, y los signos ecográficos patognomónicos de estas cardiopatías para una mejor comprensión de la patogénesis de las malformaciones (10).

##### Marco conceptual:

El corazón se desarrolla a partir de la vasculatura embrionaria que para ejercer la función de bombeo e inicia un proceso de musculación (17). El tubo cardíaco primitivo, derivado del mesodermo, inicia con la aparición de la placa cardiogénica (10). Este muestra movimientos peristálticos y con el crecimiento sufre un plegamiento sobre sí mismo y hacia la derecha y en sentido anterior, lo cual va a resultar en los futuros aurículas, ventrículos y tractos de salida

(10). Dentro del tubo, se producen tabicaciones que diferencian dos aurículas, dos ventrículos, dos válvulas auriculoventriculares y dos tractos de salida separados. Las arterias branquiales apareadas con dos aortas, el polo venoso involucionan progresivamente, lo cual resulta en un arco aórtico izquierdo con sus correspondientes bifurcaciones(10). Sobre el lado venoso, diferentes venas apareadas involucionan y se fusionan para desarrollar el sistema venoso sistémico con las venas hepáticas y las venas cavas superior e inferior, que se conectan en la aurícula primitivamente derecha(10).

La aurícula primitiva se divide en dos por la formación de dos tabiques: el septum primum y el septum secundum (10). La presencia de dos ventrículos está indicada por una cresta en el piso del ventrículo cerca del ápex, llamado tabique interventricular muscular (10).

La parte distal de la salida ventricular es el origen del tronco arterioso común. En este se genera un septo helicoidal, el septo aórtico pulmonar, que divide al tronco común en dos raíces independientes, la aórtica y la pulmonar. La forma helicoidal del septo aórtico-pulmonar permite que la unión correcta entre la arteria pulmonar y el ventrículo derecho por un lado y de la aorta con el ventrículo izquierdo por el otro lado (17). La separación de los tractos de salida consiste en una rotación en espiral de casi 180 grados, lo que conduce a la formación de un tabique aorto-pulmonar espiralado.

Las grandes arterias derivan de los arcos aórticos primitivos (17). Las arterias de los arcos faríngeos rodean la tráquea y el esófago en formación y se conectan con las aortas dorsales. Estas se fusionan en su porción caudal para formar una única aorta abdominal y torácica inferior (10). El cuarto arco aórtico es el origen del cayado aórtico, el tercero es del tronco braquiocefálico y de la carótida primitiva, mientras que el sexto será el responsable del desarrollo del ductus arterioso y de la arteria pulmonar que se conecta con la aorta descendente mientras desaparece el conducto derecho (17). Una alteración del modelado de los arcos faríngeos conduce a anomalías del arco aórtico, como lo es la coartación de la aorta y arco aórtico interrumpido. El corazón adquiere su aspecto definitivo hacia la octava semana de gestación, entre los días 45 y 57 (17).

La circulación cardiaca fetal por otro lado, difiere de la extrauterina tanto por su anatomía, como por su función. Con respecto a su función se asemeja a la del aparato circulatorio del adulto, siendo la del feto más compleja, ya que debe suplir las necesidades de un organismo en crecimiento rápido en un ambiente de hipoxia relativa (bajas concentraciones arteriales de oxígeno), aunque con altas tasas de flujo sanguíneo (19). El feto no respira; los pulmones fetales contienen líquido amniótico, estos presentan bajo flujo, solo el 8-10% de la circulación; los pulmones presentan una elevada resistencia, debida a un importante estado de hipoxia. Por lo anterior, la placenta funciona como una fistula arteriovenosa, con baja resistencia, que aporta un adecuado suministro de sangre saturada (19). (Figura 3).

La sangre que proviene de la placenta, rica en oxígeno, ingresa al feto a través de la vena umbilical que penetra en el abdomen y se dirige al hígado fetal, como vena porta, mientras un vaso de menor calibre continua cefálicamente, hasta unirse a la vena cava inferior, como el ductus venoso. Aproximadamente el 50% del flujo de sangre umbilical pasa a través del conducto venoso; el resto entra en el sistema venoso hepático-portal y pasa a través de la vasculatura hepática (20).

El flujo sanguíneo a través de la vena Cava Inferior (VCI), representa aproximadamente del 65% al 70% del retorno venoso al corazón (20). La sangre venosa umbilical más altamente saturada y la corriente de VCI desaturada que retorna desde la parte inferior del cuerpo produce un flujo preferencial de retorno venoso umbilical hacia la aurícula izquierda y luego hacia el ventrículo izquierdo y la aorta ascendente (20). Este mecanismo protege a la circulación fetal de variaciones de la presión por la contractibilidad uterina (19). Se habla de una transmisión preferencial de sangre venosa umbilical al cerebro y al miocardio.

Las dos aurículas, los dos ventrículos, y sus respectivas salidas arteriales, los arcos aórticos y pulmonar, se disponen en paralelo; el volumen de cada ventrículo está determinado principalmente de sus propiedades miocárdicas (cumplimiento y contractilidad) como ya fue descrito previamente, y las condiciones de precarga y postcarga (21).

La sangre de la VCI ingresa a la aurícula derecha y a través del foramen oval dirige la sangre más oxigenada hacia la aurícula izquierda(19). La sangre que pasa al ventrículo derecho, corresponde a 2/3 partes del gasto cardiaco fetal, la cual es dirigida hacia la arteria pulmonar. La alta resistencia del tronco pulmonar determina que apenas una pequeña parte de sangre (10%) se dirija a los pulmonares, el resto será derivado hacia la aorta descendente a través del ductus arterioso, donde se mezcla con la sangre que proviene del ventrículo izquierdo(19). El volumen de la aurícula izquierda se combina con un pequeño flujo de sangre poco oxigenada, que proviene de los pulmones a través de las venas pulmonares; la cual pasa hacia el ventrículo izquierdo, el cual maneja 1/3 del gasto cardiaco fetal(21).

Del volumen sanguíneo que pasa a la aorta ascendente, cerca del 40-50% pasa por las arterias umbilicales y retorna a la placenta para su oxigenación, el resto de sangre, se dirige a la mitad inferior del cuerpo fetal. (figura 1 )(21).

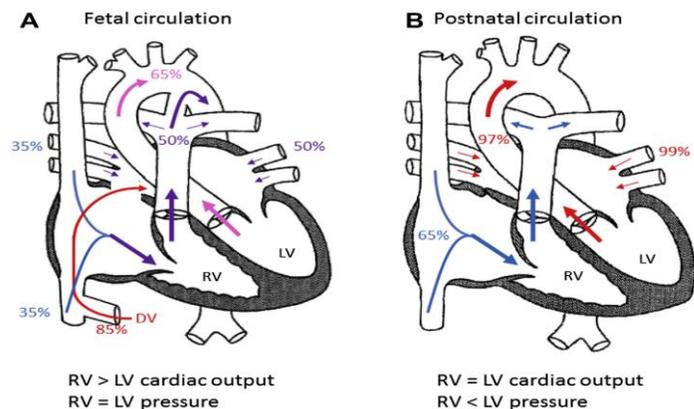


Figura 1. Los números indican la saturación de oxígeno en diferentes niveles. (A) Circulación fetal. La sangre oxigenada (roja) que regresa de la placenta se hace avanzar al feto a través de la vena umbilical, el ductus venoso (DV) y a través del foramen oval permeable al lado izquierdo del corazón, donde se mezcla (rosa) con la sangre desoxigenada. Las venas pulmonares se expulsan hacia la aorta para suministrar la cabeza y el cuerpo fetal superior. La sangre venosa desoxigenada (azul) que regresa del feto a través de las venas sistémicas entra principalmente en el ventrículo derecho (VD) y se envía a través de la arteria pulmonar principal y el conducto arterioso hacia la parte inferior del cuerpo y la placenta. (B) Circulación postnatal. Con el cierre postnatal del foramen oval, el conducto arterioso y el conducto venoso, hay una separación completa entre la sangre desoxigenada (azul) del lado derecho del corazón y la sangre oxigenada (roja) del lado izquierdo del corazón. LV, ventrículo izquierdo.

Fuente: Diagnosis and management of fetal heart failure. Thakur V, Fouron JC. J.cjca.2013.

El gasto cardíaco ventricular combinado del feto de término es de aproximadamente 1,7 mL/min, mientras que el flujo indicado para el peso fetal estimado es constante con un valor promedio de 553 mL/min/kg ± 153 mL/min/kg. (10)

El paso a la vida postnatal es a través de procesos vaso activos, y pasivos, en los que se involucra la obliteración de la circulación placentaria, con importantes cambios en la resistencia vascular pulmonar, los aumentos de presión de izquierda a derecha, y el cierre de los shunts fisiológicos del feto.

Solo el 5 al 20% de los recién nacido con cardiopatía son diagnosticados prenatalmente, el otro 80% de los cardiopatas se encuentran en la población general sin diagnóstico previo; por lo anterior la utilización de guías de prácticas para la tamización de las cardiopatías congénitas en la población de riesgo y de bajo riesgo.

La evaluación de tamizaje cardiaco fetal está diseñada para maximizar la detección de anomalías cardiacas durante una exploración en el segundo trimestre(3). De rutina, la ecografía de la semana 18-22 o ecografía morfológica, se incluye el corte de 4 cámaras que teóricamente detecta el 50% de las malformaciones cardiacas graves, si se agrega al estudio corte de 3 vasos- tráquea y tractos de salida, aumenta la sensibilidad de detección a un 90%, y si se agrega el doppler color, aumenta la tasa de detección a 95%(4). A su vez, ante la sospecha de una cardiopatía congénita (CC), o si existe un riesgo aumentado reconocido (factores maternos, fetales y/o familiares) (tabla 1), se requiere una evaluación completa y exhaustiva del corazón fetal, mediante la ecocardiografía fetal(3).

Tabla 1: Indicaciones del ecocardiograma fetal.

<b>INDICACIONES FETALES</b>	<b>INDICACIONES MATERNAS</b>
<b>Anomalías extracardiacas</b>	<b>Teratógenos cardiacos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteraciones del ritmo cardiaco</li> <li>• Hidrops fetal no inmune</li> <li>• Sospecha de malformación fetal en ecografía de II TMT</li> <li>• Translucencia nucal aumentada /ductus venoso anormal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Progestinas</li> <li>• Anfetaminas</li> <li>• Alcohol</li> <li>• Anticonvulsiantes</li> </ul>
	<b>Alteraciones metabólicas maternas</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diabetes</li> <li>• Fenilketonuria</li> </ul>
	<b>Infecciones maternas</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rubeola</li> <li>• Toxoplasmosis</li> <li>• -Coxsackie</li> <li>• -Citomegalovirus</li> <li>• -Sarampión</li> </ul>
	<b>Antecedentes</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madre con cardiopatía congénita</li> <li>• Hijo con cardiopatía congénita</li> <li>• Padre con cardiopatía congénita</li> </ul>
--	--

La ecocardiografía fetal en manos expertas puede tener una tasa de detección de hasta el 90% de las cardiopatías congénitas (CC) graves en la población(4).

La principal herramienta para el diagnóstico y la evaluación detallada del sistema cardiovascular fetal corresponde al ecocardiograma, el cual es útil desde el primer trimestre de gestación hasta el término, incorporando nuevos cortes más allá del 4 cámaras, 3 vasos y tractos de salida, que has sido estandarizados en primer lugar el American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM) (23) y luego incorporados a las guías de procedimientos de la International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG) (3), los cuales corresponden a los protocolos actuales de evaluación cardíaca básica y avanzada.

En la ecografía morfológica de la semana 18-22, debe identificarse la presentación y posición de feto in útero, de esta forma definir posición del corazón fetal, y la lateralidad del feto, derecho o izquierdo, confirmando que el estómago y el corazón se encuentran a la izquierda(4). El examen se inicia con el corte del abdomen, identificando cámara gástrica a la izquierda, igual que la aorta abdominal y la vena cava inferior a la derecha. Se asciende con el transductor hacia cefálico, identificando el tórax fetal, la cual está delimitada en sentido anterior por el esternón, posterior por la columna vertebral y lateralmente por las costillas(3).

En el **corte de cuatro cámaras** (figura 2), se confirma el situs solitus del corazón, el cual ocupa 1/3 del tórax, 2/3 del corazón se ubican a la izquierda (incluyendo el ápex), el resto se ubica a la derecha(10).

- El eje cardíaco en el tórax es de 45° +/- 20°, el cual es formado por el diámetro anteroposterior del tórax y el septum interventricular; un eje anormal, podría corresponder a un aumento de malformaciones cardíacas(10,17). En este corte suelen identificarse alteraciones de situs cardíaco, área cardíaca.

- Se confirma la frecuencia cardiaca fetal, que va desde 110lpm a 160lpm, y se valora el ritmo del latido cardiaco(3). Definir taquicardia (>160lpm) y bradicardia (<110lpm), desaceleraciones y arritmias fetales.
- Con respecto a la anatomía cardiaca, las áuricas aparecen de tamaño similar, y flap del foramen oval debe abrirse en la aurícula izquierda. La porción inferior del tabique auricular, septum primun, debe estar presente; y formar con el septum interventricular la cruz cardiaca (cruz cordis), y es lugar donde se insertan las valvas aurículo-ventriculares. Se visualizan las venas pulmonares entrando en la aurícula izquierda (visibles al menos 2 venas)(3).
- Los ventrículos, la banda moderadora visible en el ventrículo derecho, esta atraviesa toda la cavidad ventricular, y puede aparecer cerca al ápex, lo que ayuda a la identificación del ventrículo derecho; mientras que el ventrículo izquierdo aparece liso y forma el ápex cardiaco(3). Las cavidades ventriculares tienen un tamaño similar, con paredes libres sin evidencia de engrosamiento. En el tercer trimestre puede observarse una leve desproporción, pero si el hallazgo es el segundo trimestre requiere de estudio.
- El tabique ventricular, se evalúa con detenimiento, con el objetivo de identificar defecto septales, desde el ápex hasta la cruz cordis, este debe valorarse su integridad en plano axial, disminuyendo de esta forma los falsos positivos que podrían generarse en la vista apical del septo (artefacto acústico de perdida) (3,10).
- Las válvulas auriculo-ventriculares, derecha (tricúspide) e izquierda (mitral); se diferencian por ser la válvula tricúspide, trivalvular, con la valva septal mas apical al compararse con la valva de la mitral (off set normal).

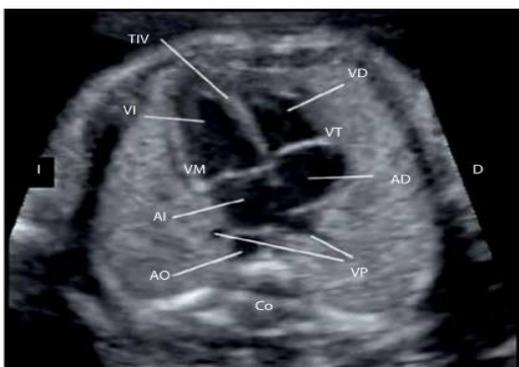


Figura 2. Vista apical de cuatro cámaras del corazón fetal que muestra la aurícula derecha (AD), la aurícula izquierda (AI), el ventrículo derecho (VD), el ventrículo izquierdo (VI) y el tabique interventricular (TIV). Nótese la inserción más apical de la válvula tricúspide (VT) con respecto a la válvula mitral (VM). Las venas pulmonares (VP) derecha e izquierda (inferiores) se observan ingresando a la aurícula izquierda desde atrás a cada lado de la aorta descendente (AO). Co: columna; I: izquierda; D: derecha.

Con respecto al **corte de tres vasos y tráquea (3VT)** (figura 3); el cual hace parte del examen básico, el cual incluye las tres estructuras vasculares principales, y su relación con las vías respiratorias (tráquea); la disposición de los vasos de izquierda a derecha es la arteria pulmonar, aorta y vena cava superior. Siendo la arteria pulmonar más anterior y la vena cava superior más posterior. La aorta ascendente y la vena cava superior se observan en cortes transversales cerca de la arteria pulmonar. En este corte se evalúa: número, tamaño, alineación y la disposición de los vasos (3).

- Sus diámetros relativos disminuyen de izquierda a derecha, siendo la arteria pulmonar más grande que la aorta, y la aorta más grande que la vena cava superior (3).

Yagel et al (24) describieron el corte de los 3VT, que es un plano más cefálico en donde el arco aórtico en corte transversal es mejor visualizado (“Corte del arco aórtico”) y enfatiza su relación con la tráquea.

- La tráquea se identifica generalmente como un anillo hiperecogénico alrededor de un pequeño espacio lleno de líquido.
- El arco ductal y el aórtico se colocan a la izquierda de la tráquea y describen en un corte más del 3VT, se observa con una forma de “V”, ya que ambos se unen a la aorta descendente. Es probable que el corte de los 3VT permita la detección de defectos tales como la coartación de la aorta, arco aórtico derecho, arco aórtico doble y anillos vasculares (3).



Figura 3. Vista transversal del conducto arterioso (arco ductal) que muestra la arteria pulmonar (AP), con la unión del arco ductal (AD) a la aorta descendente (AoD) a la izquierda de la columna. La aorta ascendente (AoA) y la vena cava superior (VCS) se observan en un corte transversal a la derecha. El timo es anterior a los tres vasos. E: esófago; VÁc: vena ácigos; T: tráquea; I: izquierda; D: derecha.

Fuente: Abuhamad, A. *Ecocardiografía fetal*. Bookshelf. 2018

Los **tractos de salida de los ventrículos**, este se realiza con movimiento cefálico del transductor desde el abdomen fetal (a nivel de la circunferencia abdominal estándar), a través

de la vista de cuatro cámaras y hacia el mediastino superior, para obtener el cruce normal entre la arteria aorta y la arteria pulmonar principal en su origen.(3)

Del ventrículo morfológicamente izquierdo emerge la arteria aorta, en el corte del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI), se debe documentarse la continuidad entre el tabique ventricular y la pared anterior de la aorta, la válvula aórtica debe moverse libremente y no debe estar engrosada. Es posible delinear la aorta en su arco, desde donde se originan tres arterias cefálicas, sin embargo no se realiza de rutina. Este corte ayuda a identificar los defectos septales ventriculares de salida y los defectos conotrongo(3). (Figura 4)

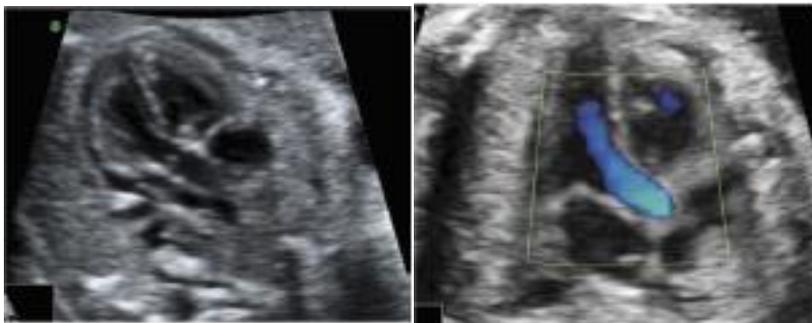


Figura 4: tracto de salida de ventrículo izquierdo.

Fuente: Diagnóstico y manejo prenatal de la patología cardiaca fetal. 2016

Del ventrículo morfológicamente derecho emerge la arteria pulmonar, la cual gira hacia la izquierda de la aorta ascendente más posterior. Tiene un diámetro más grande que la raíz de la aorta, y cruza a la aorta ascendente en casi ángulo recto justo por encima de su origen. Es un corte similar al de 3VT. La válvula pulmonar debe moverse libremente y no debe estar engrosada. Este vaso se confirma por la bifurcación del mismo, en rama derecha e izquierda. La arteria pulmonar normal, continúa distalmente hacia el lado izquierdo y en el conducto arterioso que se conecta a la aorta descendente.(3) (figura 5)

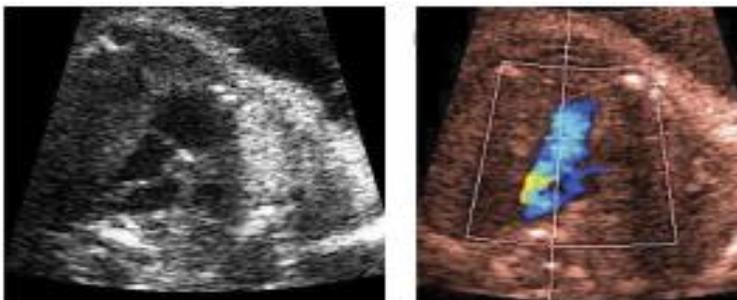


Figura 5: tracto de salida de ventrículo derecho.

Fuente: Diagnóstico y manejo prenatal de la patología cardiaca fetal. 2016

La utilización del doppler color no es imprescindible para el tamizaje de cardiopatías congénitas, pero si es altamente recomendable su uso. (4) El Doppler color puede facilitar la visualización de diversas estructuras cardíacas, así como destacar patrones de flujo anormal(3). Se debe configurar una caja optima del doppler color, que sea estrecha (solo la zona de interés), el PRF (frecuencia de repetición de pulsos), baja resistencia y una ganancia de color adecuada para visualizar el flujo a través de las válvulas y vasos principales(3).

Ante la sospecha de una cardiopatía congénita en el examen básico del corazón en la ecografía morfológica de la semana 18-22, el **ecocardiograma fetal** debe realizarse. El cual corresponde a un estudio detallado del corazón fetal, que incluye los cortes básicos del examen de rutina, además se debe realizar un análisis de la estructura y función cardíaca, caracterizar el situs víscero-atrial, las conexiones venosas sistémicas y pulmonares, el mecanismo del foramen oval, la conexión aurículo-ventricular, la conexión ventrículo-arterial, las relaciones de los grandes vasos y cortes sagitales de los arcos aórtico y ductal. Y se incluye el doppler color y pulsado para evaluar la función cardíaca y cuantificar el flujo sanguíneo a través de las válvulas. (3,10)

Este estudio deber ser realizado por personal entrenado como lo son especialistas en medicina materno fetal, cardiólogos pediatras o especialistas en cardiología fetal. El ecocardiograma se puede realizar desde la semana 12 de gestación, para los casos indicados, pero idealmente debe realizarse entre la semana 25 a la 30 de gestación(4).

- **Eje corto del corazón:** este permite la evaluación de los ventrículos y músculos papilares. Se obtiene rotando el transductor en 90° a partir del eje largo. Son útiles para la evaluación del tamaño ventricular, de la pared ventricular y del grosor del tabique. Es posible identificar las válvulas auriculo-ventriculares girando hacia cefálico el transductor. (10) El eje corto de grandes vasos, se hace en el mismo plano de sección del corte anterior, pero hacia cefálico y hacia la base de corazón. Útil en patología que causa obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho. (4)
- **Eje largo:** En la vista del ventrículo izquierdo en el eje largo se muestran los tractos de entrada y salida de dicho ventrículo. Se observa la continuidad de la pared anterior

de la aorta con el tabique interventricular y la proximidad de la pared posterior de la aorta con la valva anterior de la válvula mitral (10). También se puede observar una porción del timo se localiza entre la pared anterior de la aorta y la pared torácica anterior.(10) (figura 6)



Figura 6: Vista del ventrículo izquierdo (VI) en el eje largo que muestra la continuidad de la pared anterior de la aorta ascendente (AoA) con el tabique interventricular (flechas pequeñas) y la proximidad de la pared posterior de la aorta con la valva anterior de la válvula mitral (asteriscos). En situación anterior, se observa una porción del ventrículo derecho (VD): su tracto de salida. Posterior al corazón se observan la aorta descendente (AoD), la arteria pulmonar derecha (APD) y el bronquio derecho (BD). AI: aurícula izquierda; Est: estómago.

Fuente: Abuhamad, A. *Ecocardiografía fetal*. Bookshelf. 2018

- **Arco aórtico:** obtiene realizando un plano de sección longitudinal del feto hacia la izquierda de la columna vertebral. Se observa parte de la aurícula derecha, aorta ascendente, cayado y aorta torácica. Se visualiza arteria subclavia, carótida común izquierda y tronco braquiocefálico. Útil en el diagnóstico de coartación aórtica.(4) (figura 7)
- **Arco ductal:** desde el plano anterior se desplaza el transductor a la derecha, se obtiene el tracto de salida de ventrículo derecho con la arteria pulmonar, que se continúa con el ductus arterioso. Útil en el cierre prematuro del ductus arterioso.(4)



Figura 7: Vista longitudinal del arco aórtico (AAo), observado con el feto en una posición con dorso anterior. AoA: aorta ascendente; ASI: arteria subclavia izquierda; ACCI: arteria carótida común izquierda; ABC: arteria braquiocefálica; AoT: aorta torácica. Abuhamad, A. *Ecocardiografía fetal*.

Fuente: Abuhamad, A. *Ecocardiografía fetal*. Bookshelf. 2018

Después de revisar la embriología, anatomía, fisiología y evaluación ecocardiografía del corazón fetal, se hará una revisión de la literatura y el estado del arte sobre el diagnóstico prenatal de coartación de la aorta y estenosis aórtica.

**La coartación de la aorta (CoA)**, es un defecto cardiaco congénito en el cual se presenta un estrechamiento en el calibre del vaso alterando el flujo y las presiones y que dependiendo de su severidad puede terminar alterando la hemodinámica fetal y neonatal, aumentando el riesgo de morbimortalidad de los pacientes que presentan dicha condición.(9)

Se considera que la CoA ocupa el octavo lugar en frecuencia de las cardiopatías congénitas presentándose del 5-10% de la totalidad de los fetos afectados(25), sin embargo es de difícil diagnóstico prenatal y en muchas oportunidades cuando esta se presenta como una coartación aórtica simple sin otras malformaciones cardiacas asociadas, y solo se evidencia en la vida postnatal por alteración en los pulsos o en las presiones de las 4 extremidades, aumentando la mortalidad neonatal al no poder programar un parto en una institución que pueda brindar los cuidados adecuados para un paciente con dicha patología.

Es común, en el 80% de los casos que el estrechamiento se presente en la región del istmo aórtico(15), sin embargo se puede presentar a lo largo de toda la trayectoria del arco aórtico y dependiendo de la severidad del cuadro predisponer a una hipoplasia del mismo, y además comprometer de forma importante al corazón izquierdo(26).

Desde la primera vez que fue mencionada dicha condición por Morgagni en el siglo XVIII, han surgido varias clasificaciones para esta entidad que en un comienzo fue descrita como una proceso benigno(26), y que debido a su severidad y a la alta tasa de mortalidad fue cambiando ese precepto, además teniendo en cuenta la asociación a otro tipo de malformaciones cardiacas cambia por completo su fisiopatología haciendo importante la valoración y el manejo de cada paciente de forma independiente.

Cuando la coartación aórtica se presenta como única malformación cardiaca se denomina simple o aislada independiente de la severidad del estrechamiento. Se puede presentar asociada a válvula bicúspide y estenosis de la válvula aórtica en el 60% de los casos (8), con una importante repercusión hemodinámica se considera compleja asociándose en la mayoría

de los casos a CIV, hipoplasia de ventrículo izquierdo, transposición de grandes vasos, estenosis aórtica, entre otras(26).

Es por esto que se hace necesaria la búsqueda de signos ecográficos y ecocardiográficos más sensibles y frecuentes desde coartaciones simples y leves, para brindar un mejor pronóstico a largo plazo durante la vida postnatal de estos pacientes.

A pesar que se han descrito múltiples teorías acerca del desarrollo de la coartación aórtica, su etiología está basada en dos teorías que explican según el desarrollo del sistema cardiovascular fetal, siendo las siguientes:

1. Teoría del tejido ductal ectópico: hace referencia a la migración anómala de células musculares lisas ductales hacia la luz de la aorta periductal, que ocasiona grados variables de oclusión y estrechamiento de la luz del vaso, lo que condiciona a importantes cambios hemodinámicos posterior al cierre del ductus arterioso en la vida postnatal (17,18). Cuando la coartación aórtica es simple secundaria a esta teoría es de difícil diagnóstico en la vida prenatal debido a que las repercusiones hemodinámicas solo se presentan posterior al cierre del ductus arterioso.
2. Teoría hemodinámica: por el contrario hace referencia a la disminución del flujo sanguíneo in útero, por la localización del istmo según la fisiología cardiovascular recibe menos flujo que la aorta ascendente, transversa y descendente (2), esto se explica por la distribución del flujo, el proveniente del ventrículo izquierdo se redistribuye por las arterias del cayado aórtico y el flujo que proviene del ventrículo derecho pasa directamente a la aorta descendente por el ductus arterioso, haciendo que solo el 10 % del gasto cardiaco combinado fetal pase por el istmo(17).

Sin embargo sea cual sea la etiología de la CoA, la disminución del flujo sanguíneo y los cambios en la presión del mismo, ejerce un efecto sobre la pared de la aorta ascendente, arco aórtico y aorta descendente, lo que genera una alteración propia de la de la pared aórtica en la que se evidencia un engrosamiento de la capa íntima y media generalmente en la pared postero-lateral, aumentando la oclusión de la luz aórtica (17).

Además hay síndromes genéticos en la que la coartación aórtica se asocia a otras malformaciones presentadas por el feto siendo los más comunes, el síndrome de Turner, Patau, Down, Edwards, la microdelección 22q11, entre otras (3).

La CoA, fue clasificada por primera vez por Bonnet en 1903, el cual dividía esta patología en función de la anatomía y la edad del diagnóstico en preductal (infantil), o postductal (adulto). Sin embargo se desechó debido a que la coartación se puede presentar en cualquier edad (27). En la actualidad, la clasificación usada es según la localización en función del ductus arterioso, se clasifica (17):

1. Preductal: el estrechamiento se localiza proximal al ductus arterioso, representan el 2% de todas las CoAo y se asocian con anomalías cardíacas.
2. Ductal: el estrechamiento se localiza a nivel del ductus arterioso, representan el 98% junto con la posductal.
3. Posductal: el estrechamiento se localiza distal al ductus arterioso.

La importancia del estudio prenatal de la coartación de la aorta, es clínicamente relevante teniendo en cuenta la repercusión hemodinámica sobre el recién nacido, los aspectos epidemiológicos y las lesiones asociadas entre ellas la estenosis de la válvula aórtica(26). Por ende, el diagnóstico prenatal de la coartación aórtica (Coa), sigue siendo difícil debido a la permeabilidad del ductus arterioso, con altas tasas de falsos negativos, a pesar de los avances en la ecocardiografía fetal y tener una descripción de los hallazgos típico de la patología en la ecografía prenatal. La tasa de detección prenatal en la mayoría de las series está por debajo del 40% (17).

Las adaptaciones hemodinámicas y cardíacas en los fetos con CoA, basados en la existencia de los cortocircuitos en la circulación cardíaca fetal (foramen oval y ductus arterioso) permite la mayor presión existente a nivel del corazón izquierdo fetal suponga la derivación de sangre hacia el corazón derecho, teniendo como consecuencia por un lado, la dilatación de las estructuras cardíacas derechas, debido a la sobrecarga de volumen que asumen, y por otro, el menor desarrollo de las izquierdas, dando lugar a la aparición del signo “guía” para el

diagnóstico prenatal, el cual corresponde a la asimetría de cavidades ventriculares, a expensas de las derechas (28).

Al revisar el estado del arte del diagnóstico de la CoA muestra una alta tasa de falsos positivos, y esto es basado en el reconocimiento prenatal de signos ecográficos indirectos que no son específicos de esta patología, pero son la herramienta para su sospecha, entre ellos los siguientes (10,17):

- Signos indirectos:
  - Asimetría de cavidades / asimetría de grandes vasos
  - Cociente entre la arteria carótida izquierda y aorta transversa
  - Otros: hipertrofia de ventrículo derecho, levorotación cardiaca ( $>57^\circ$ )

En condiciones normales, las estructuras cardiacas derechas e izquierdas del feto son similares, pero a medida que avanza la gestación, las cavidades derechas se hacen ligeramente mayores que las izquierdas de manera fisiológica, se acepta que en el tercer trimestre la relación entre los ventrículos sea de 1.2 y 1.3 (17). Hay varios estudios que demuestran que en pacientes con diferencias acentuadas en la **asimetría de cavidades** es el primer marcador ecográfico de la existencia de CoA (26). Una relación entre VD/VI valor mayor a 1.4(17), debe hacer sospechar CoA, y un valor de 1.69 es indicativo de CoA o lesión obstructiva del arco aórtico (10). Otro de los signos indirectos corresponde a la asimetría de los grandes vasos, pulmonar/ aorta, con valor de referencia para su relación de 1.3- 1.4, a expensas de la pulmonar.

La asimetría de cavidades cardiacas es baja, 62% como lo describe Marron (29) en su estudio que incluyó 42 fetos con seguimiento postnatal; de los cuales 13 (62%), presentaron asimetría de cavidades identificadas a las 34 semanas de gestación, con diagnóstico postnatal de coartación de la aorta, y el hallazgo de la asimetría de cavidades persistió en el ecocardiograma postnatal. En ocasiones la desproporción ventricular es sutil, y solo es evidente la **asimetría de los grandes vasos**, de forma marcada. Este parámetro tiene mayor sensibilidad. Slodki et al (30), estudiaron 52 fetos con desproporción de cavidades cardiacas, encontraron que la asimetría de los grandes vasos (arteria pulmonar / arteria aorta), con un cociente mayor de 1.6 (corte de tres vasos – tráquea), tenía una sensibilidad del 83% para

detección de la CoA, especificidad del 85%, VPP 62% y VPN 93%, lo cual disminuye los falsos positivos. De igual forma, el uso de Z- score de cada vaso principal, tiene mejor capacidad diagnóstica.

El corte de 3 vasos/ tráquea, este ha sido motivo de estudio y ha sido evaluada en varios trabajos (31). Y se ha mostrado su utilidad, ya que permite poner de manifiesto la asimetría entre la arteria pulmonar y el arco aórtico transverso, con dominancia de la arteria pulmonar, con la aplicación de los Z-score, mejorando el diagnóstico prenatal de la CoA.

**El cociente entre los diámetros de la arteria carótida izquierda y la aorta transversa** es significativamente mayor en fetos con CoA que en fetos sanos; ( $0.78 \pm 0.13$  vs.  $0.47 \pm 0.07$ , respectivamente,  $p=0.001$ )(17). La justificación de la alteración del cociente, está dado por la existencia de la hipoplasia del arco aórtico distal, frente al de la carótida izquierda que se mantiene normal(17).

A su vez existen signos directos usados en el diagnóstico prenatal de la CoA, siendo: Hipoplasia del arco aórtico, shelf contraductal y cociente istmo – ductus. La capacidad predictiva de los signos indirectos es baja, y el apoyo para el diagnóstico prenatal está dada en otros parámetros. Los signos directos (valoración cualitativa y cuantitativa de las diferentes porciones del arco aórtico) y la valoración del crecimiento de las estructuras cardíacas, principalmente las cavidades izquierdas.

La **hipoplasia del arco aórtico**, se considera el parámetro de mayor sensibilidad del diagnóstico de la CoA, debido a la presencia de la visualización del estrechamiento ístmico, acompañada muchas del hipodesarrollo del arco transverso y el arco distal de la aorta. Este parámetro es objeto de estudio teniendo en cuenta la sospecha con los signos indirectos.

Varios grupos de estudio en series pediátricas (32), han descrito que la hipoplasia del arco aórtico está presente en el 60% de los casos de CoA. Moulaert (33), definió la hipoplasia del arco aórtico en función del tamaño de la aorta ascendente, considerando el arco aórtico proximal hipoplásico cuando presenta un diámetro menor del 60% del diámetro de la aorta ascendente, el arco aórtico distal menor del 50% y el istmo menor del 40%. La medición de las estructuras cardíacas y grandes vasos está basado en los programas de Z-score (28).

La localización más frecuente de la CoA es ductal. La lesión ductal dependiente, resulta de aumentan la morbilidad y la mortalidad sino se tiene un diagnóstico prenatal significativo. Ante la sospecha prenatal, al nacimiento el neonato, recibe infusión de prostaglandinas intravenosas para mantener la permeabilidad del conducto arterioso, por ende ante la presencia de un gran conducto se vuelve difícil el diagnóstico postnatal de CoA (34). Por ende, bajo ese escenario, se indica la suspensión de las prostaglandinas, y realizar ecocardiogramas seriados para evaluar el arco aórtico, a medida que el conducto arterioso se vuelve pequeño. Bajo esta primicia, varias series de estudio evalúan la **relación entre el istmo – ductus**, en fetos con sospecha de CoA. El cociente istmo – ductus, se realiza en el corte de 3 vasos/tráquea, con un valor normal de 1, siendo un valor menor en pacientes con diagnóstico de CoA postnatal (17). Toole et al (34), en su estudio dada la dificultad de la medición del ductus arterioso y a pesar de que los diámetros del istmo eran similares en los dos grupos de comparación, la relación istmo – ductus fue significativamente menor en el grupo de CoA postnatal, con un valor de  $<0.64$ , lo que generó sensibilidad del 90%. Este parámetro, ha sido útil para diferenciar los pacientes que tendrán indicación quirúrgica y aquellos que solo se beneficiarán del manejo expectante (26).

Otro de los signos directos que ayudan a distinguir los casos que requerirán cirugía, corresponde al “**shelf**” **contraductal**, descrito como un rasgo anatómico que consiste en una invaginación de la pared aórtica en el lado opuesto a la inserción del ductus arterioso. Esta invaginación ocasiona una disminución del flujo sanguíneo del arco aórtico y es lo que ocasiona la hipoplasia del mismo. Secundario al efecto de las prostaglandinas prenatales, el shelf puede no ser visible en la ecografía prenatal, pero al nacimiento, con el cierre del ductus arterioso, esta obstrucción se hace presente, lo que lo hace un signo prenatal clave para definir cuáles serán los fetos que requieren cirugía con una especificidad del 90% de los casos, según los datos de Gardier (31).

Por otro lado, la **estenosis de la válvula aórtica (EA)**, corresponde a un estrechamiento en la válvula aórtica que resulta en una obstrucción de la salida del ventrículo izquierdo(10). La cual existe en el 60% de los casos en presencia de CoA. Esta varía desde una lesión valvular aislada, válvula aórtica malformada bicúspide con función normal, estenosis aórtica leve,

hasta una estenosis severa que condiciona el desarrollo del ventrículo izquierdo durante la vida fetal, y las consecuencias de este en el neonato(10,17).

La estenosis de la válvula aórtica se produce en el 3-6% de las malformaciones cardiovasculares, siendo más frecuente en fetos masculinos, con una relación de 3:1.5 (10). En el 30 % de los casos la EA está asociada a otra anomalía estructural cardiaca, como lo es la estenosis mitral en el 25%, coartación de la aorta en el 11% y a síndrome de Shone que corresponde a lesiones obstructivas del corazón izquierdo(9,17). La válvula aórtica bicúspide tiene una incidencia de 1/100 nacidos vivos (35).

La estenosis aórtica se clasifica en función de la localización de la obstrucción en tres tipos: valvular, supravalvular y subvalvular

El tipo valvular es el más frecuente, en el 60- 75% de los casos, y es la mejor diagnóstica en el periodo prenatal. En este tipo las valvas son displásicas y pueden ser tricúspides, con comisuras fusionadas, bicúspides, unicúspides o no comisurales (10). En el 25% de los casos, los pacientes tienen un estrechamiento difuso de la aorta ascendente, secundaria al poco flujo sanguíneo a través de la válvula aórtica.

De los otros tipos, AE subvalvular representa el 8-20% de los casos, donde la obstrucción al flujo no suele ser por la presencia de una membrana o tejido fibroso en el interior del vaso, en este caso es más frecuente las obstrucciones dinámicas, haciendo referencia a que la obstrucción es debida a un aumento del crecimiento del miocardio que estrecha la región subvalvular, lo cual es común en hijo de madres diabéticas, por hipertrofia septal asimétrica que obstruye de forma transitoria el tracto de salida del ventrículo izquierdo (17). La AE supravalvular es la menos frecuente, la obstrucción se presenta por encima del origen de la coronaria, en los senos de Valsalva que ocasiona engrosamiento y desorganización de la capa media de la aorta, o por estrechamiento del arco aórtico; lo que expone a cambios de presión desde el ventrículo izquierdo hacia la aorta ascendente que genera fibroelastosis endocárdica del ventrículo izquierdo, engrosamiento del endocardio, aumento de los depósitos de fibrina que ocasionan el aumento de la ecogenicidad de la pared del ventrículo izquierdo y de la aorta ascendente en la visualización ecográfica (35).

Teniendo en cuenta la severidad de la estenosis de la válvula aórtica esta puede llevar a la presentación de un síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico (SVIH), por ende, en este sentido, se diferencian 3 tipos según la gravedad: 1. Leve; 2. Moderada y 3. Severa o crítica. Las EA leves y moderadas se manifiestan por un aumento de la velocidad del flujo transvalvular en el estudio de doppler pulsado (mayor velocidad mayor grado de estenosis) pero sin compromiso de la función de ventrículo izquierdo(9). En la EA crítica, la obstrucción valvular es casi completa, obstruyendo la salida del ventrículo izquierdo, y el flujo sanguíneo del arco aórtico es del ductus arterioso(17).

La literatura muestra (17,35), que existe un componente genético asociado a su presentación. Síndromes genéticos como Turner y Jacobsen se han relacionado con su presentación. De igual forma existe evidencia que la transmisión autosómica dominante de mutaciones del gen NOTCH-1, son causales de alteraciones estructurales de la válvula aórtica.

Se ha descrito que en la etapa de formación del tabique aorto – pulmonar, aparecen tres mamelones en los orificios de la válvula respectivamente; cada mamelón está recubierto por tejido conectivo laxo. De forma gradual estos mamelones excavan en la superficie superior para formar las válvulas semilunares. La estenosis aórtica es secundaria a una disminución del tamaño del orificio valvular que genera engrosamiento y rigidez de las valvas; siendo la más frecuente en su presentación la válvula aorta bicúspide, con fusión de parcial o completa de 2 valvas, por ende, solo presentara 2 valvas principales de tamaño desigual(17). A pesar de que puede tener una función normal en el periodo prenatal y mantenerse asintomática en los primeros años de vida, la disfunción de la válvula puede generar estenosis de la misma por la disminución del flujo sanguíneo a través de ella, condición que lleva a regurgitación aórtica, engrosamiento de la pared aórtica, y calcificación de la misma(36).

Al revisar exhaustivamente la literatura se encuentra que el diagnóstico prenatal de la estenosis aórtica puede ser difícil, y esta depende de la severidad de la patología y la dificultad del paso de flujo sanguíneo a través de la misma, siendo difícil su diagnóstico al ser una EA leve(17).

En la ecocardiografía fetal, a nivel del corte de cuatro cámaras, se observa una hipertrofia miocárdica en el ventrículo izquierdo(10), que generalmente se identifica cuando se tiene una

EA crítica o en el caso de la EA leve en etapas tardías de la gestación; de igual forma la asimetría de cavidades cardíacas a expensas de la cavidades derechas, que son consecuencia de la redistribución del flujo al ventrículo derecho a través del conducto arterioso, por la obstrucción grave del tracto de salida del ventrículo izquierdo; y participa en el mal funcionamiento del VI(37).

En el corte de cinco cámaras, se observa una dilatación post-estenótica de la aorta ascendente y del arco aórtico, también observable en el corte de 3 vasos y tráquea; aunque en EA crítica ocurre lo contrario, hay un estrechamiento de la aorta secundario a aumento de los depósitos de fibrina a nivel aórtico, lo que genera una aorta hipodesarrollada (10,17). En la evaluación de la válvula aórtica, la cual se realiza al evaluar el tracto de salida de ventrículo izquierdo; esta en general aparece engrosada, aumento de la ecogenicidad, valvas abombadas y una falta completa en su apertura. El estudio de doppler color evidencia turbulencia que se crea al pasar la sangre por el orificio estenótica. El doppler pulsado permite identificar la severidad de la estenosis, evaluando la medición de la velocidad sistólica máxima en general son más de 150 cm/s(10).

En el corte de cuatro cámaras, la apariencia del ventrículo izquierdo depende de la severidad de la obstrucción del flujo como se mencionó antes. Este se puede desarrollar normal, formando un ápex y manteniendo una buena función sistólica o presenta un hipertrofia miocárdica(17). El tamaño ventricular depende del funcionamiento de la válvula mitral y del estadio evolutivo de la enfermedad (17); este puede ser normal o dilatado, con características redondeada, con hiperecogenicidad de la pared interna de la cavidad ventricular; cuando esta se acompaña de disfunción o estenosis de la válvula mitral el comportamiento de la patología es correspondiente a síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico, que asocia a la estenosis aórtica en el 25% de los casos, el cual tiene un mal pronóstico neonatal.

Como se ha descrito por varios autores (35,38), la evolución prenatal de la estenosis aórtica puede ser bastante variado, con casi todos los casos de estenosis subvalvular y supravalvular hay poco compromiso del feto, mientras que la estenosis aórtica valvular crítica, implica condiciones asociadas como la restricción del crecimiento intrauterino, y puede llevar a la

presentación de hidrops fetal, con compromiso hemodinámico severo en el periodo neonatal precoz.

En una serie de casos de diagnóstico de disfunción ventricular izquierdo de forma prenatal, en consecuencia a la estenosis aórtica, cinco de ellos presento evolución a síndrome de corazón izquierdo hipoplásico completo(35). Por esta razón, es importante realizar un seguimiento estricto de la estenosis aórtica de presentación temprana, teniendo en cuenta el aumento de la mortalidad por patología cardíaca congénita, siendo la mortalidad habitual en neonatos con presentación de estenosis aórtica crítica está en el rango de 30% a 50% y con el conocimiento del diagnóstico prenatal esta mortalidad se reduce al 20%(11).

La Coa y la estenosis de la válvula aórtica , son lesiones cardíacas progresivas in-utero, por ende, el seguimiento longitudinal del embarazo es importante, que incluye la valoración continua del crecimiento de las estructuras cardíacas (cámaras cardíacas y arterias principales, de importancia el arco aórtico y la aorta ascendente)(17). El empleo del doppler pulsado y color, facilita y mejora la capacidad de los signos indirectos; facilitando la localización de áreas de estrechamiento (17), como la hipoplasia del arco aórtico o la dilatación post-estenótica en la EA; el uso del doppler pulsado, ayuda a la definir la velocidad de las válvulas auriculo-ventriculares y semilunares, que facilitan el diagnóstico de estenosis de válvula aórtica como alteración intracardiaca asociada. Sumado a lo anterior, en feto con CoA y estenosis aórtica, la velocidad de flujo sanguíneo a través del istmo y de la aorta ascendente esta disminuido en la mayoría de los casos, que no solo genera hipoplasia del arco aórtico y un menor crecimiento del ventrículo izquierdo; sino que el efecto de la disminución del flujo sanguíneo a nivel de la zona coartada o por la estenosis de la válvula aórtica, ocasiona una sobrecarga a la eyección del ventrículo izquierdo, que es compensada por un aumento de la presión sistólica y un periodo de eyección prolongado; el aumento de la presión sistólica en el VI y en la aorta ascendente produce aumento del estrés parietal (aorta)(39), con hipertrofia concéntrica por desarrollo de miofibrillas, a su vez, inicia un proceso disfunción endotelial, acumulación de lípidos, y depósitos de fibrina en las paredes arteriales (39), que permiten la refringencia de la pared aórtica ascendente, observándose en la ecografía como un aumento de la ecogenicidad (hiperecogenicidad) de la pared aórtica similar al hueso al ser comparada (13).

## ***5. Objetivos***

### ***GENERAL:***

Establecer la probabilidad de la hiperecogenicidad de la aorta ascendente como signo indirecto de la coartación aórtica y la lesión estenótica de la válvula aórtica fetal

### ***ESPECIFICOS:***

1. Caracterizar demográfico y clínicamente los sujetos de estudios.
2. Evaluar la concordancia diagnóstica entre el ecocardiograma fetal y postnatal de fetos con coartación y estenosis de la aorta.
3. Identificar la probabilidad de la hiperecogenicidad de la aorta ascendente con la coartación de la aorta.
4. Identificar la probabilidad de la hiperecogenicidad de la aorta ascendente con la estenosis aórtica.
5. Establecer la probabilidad de la hiperecogenicidad de la aorta con la presentación combinada de estenosis aórtica y coartación de la aorta.

## **6. Metodología de la investigación**

### *6.1. Diseño del estudio*

Estudio descriptivo, donde se describió la frecuencia de presentación del hallazgo de la hiperecogenicidad de la aorta ascendente como signo indirecto probable de coartación aórtica y lesión estenótica de la válvula aórtica prenatal.

### *6.2 Población de estudio*

Pacientes gestantes con fetos con cardiopatía congénita o sospecha, que consultaron a la unidad de medicina materno fetal de la Clínica Universitaria Colsanitas en el periodo comprendido entre el primero de enero de 2005 y el 31 de julio del 2019.

### *6.3 Criterios de inclusión*

- Fetos con diagnóstico de cardiopatía congénita con compromiso de la aorta ascendente (coartación y estenosis aórtica)

### *6.4 Criterios de exclusión*

- Fetos donde no fue posible evaluar las imágenes de la ecocardiografía
- Fetos, con imágenes ecocardiográficas que no permitieron la evaluación de las variables principales.
- Pacientes (fetos), que no contaron con ecocardiograma postnatal, que permitió la comparación de la cardiopatía en estudio.

### *6.5 Tamaño de Muestra*

Para estimar la probabilidad de hiperecogenicidad en pacientes con coartación y estenosis, teniendo en cuenta una frecuencia de realización de 300 ecocardiografías por año, tomando en cuenta que la probabilidad del hallazgo en estudio sea del 70% de acuerdo con la literatura (13) y basados que la incidencia de ambas patologías oscila entre 6% en la población mundial. Esta muestra se estima de acuerdo con un intervalo de confianza (IC) del 95% y una precisión del 5. Se utilizó para el cálculo estadístico el

software openEpi, utilizando la siguiente fórmula  $n = [EDFF * Np(1-p)] / [(d^2 / Z^2_{1-\alpha/2} * (N-1) + p * (1-p)]$

Para el estudio se estima un tamaño de muestra (n) de 77 pacientes, se incrementó en un 10% para un total de 85 pacientes con patología de la aorta ascendente (coartación y estenosis de la aorta).

Los pacientes fueron seleccionados de manera no probabilística secuencial.

### 7. Definición y operacionalización de variables

TABLA 1: Definición y Operacionalización de variables

Nombre	Naturaleza de la variable	Escala de medición	Unidad de medición	Definición operativa
Edad materna	Cuantitativo	Razón	Años cumplidos	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento de la realización del ecocardiograma fetal
Paridad	cuantitativa	Nominal	Multipara Nulípara	Cantidad de embarazos al momento del ingreso al estudio
Escolaridad	Cualitativa	Ordinal	Ninguno Bachiller. Universitario. Especialización otros	Grado de escolaridad del paciente al momento de ingreso en el estudio
Edad gestacional al diagnóstico	Cuantitativa	Razón	Oscila de 1 a 40 semanas	Edad en semanas de la gestación al momento de la realización del diagnóstico fetal
Indicación del ecocardiograma fetal	Cualitativa	Nominal	Sospecha de CoA Estenosis aórtica Desproporción de cavidades cardiacas Hipoplasia del arco aórtico	Razón por la cual debe realizarse un ecocardiograma
Desproporción de cavidades ventriculares	Cualitativo	Nominal	Si No	Asimetría de cavidades ventriculares, con una relación mayor de 1.69
Hipoplasia de arco aórtico	Cualitativo	Nominal	Si No	Adelgazamiento o Estrechamiento del arco aórtico distal.

Nombre	Naturaleza de la variable	Escala de medición	Unidad de medición	Definición operativa
Hiperecogenicidad de la pared de la aorta ascendente	Cualitativo	Nominal	Si No	Pared aórtica ascendente con aumento de la reflexión (aumento de la intensidad del brillo), ecogenicidad similar a la del hueso fémur, evaluado en corte de tracto de salida de ventrículo izquierdo o eje largo de ventrículo izquierdo. (ver figura)
Estenosis de la válvula aórtica	Cualitativo	Nominal	Si No	Válvula ecoreflectiva, aumento de brillo, poca movilidad, con paso mínimo o nulo de flujo por ella.
Desproporción de grandes vasos	Cualitativo	Nominal	Si No	Asimetría entre los calibres de los grandes vasos (pulmonar y aorta), con una relación mayor a 1.4
Coartación de la aorta	Cualitativo	Nominal	Si No	Estrechamiento de la luz de la aorta descendente.
Edad gestacional al nacimiento	Cualitativo	Nominal	Pretérmino A Término	Edad en semanas de la gestación al momento del nacimiento
Ingreso a UCI	Cualitativo	Nominal	Si No	Unidad de cuidados intensivos neonatales, y atención con máquinas especiales que otorgan monitoreo hemodinámico continuo.
APGAR a los 5 min	Cuantitativo	Ordinal	0-3 4-7 7-10	Valoración clínica del recién nacido a los 5 minutos del nacimiento.
Sexo recién nacido	Cualitativo	Nominal	Masculino Femenino	Género de una persona el cual puede ser femenino o masculino.
Hiperecogenicidad de la pared de la aorta ascendente postnatal	Cualitativo	Nominal	Si No	Pared aórtica ascendente con aumento de la reflexión (aumento de la intensidad del brillo) en el recién nacido
Coartación de la aorta postnatal	Cualitativo	Nominal	Si No	Estrechamiento de la luz de la aorta descendente.
Estenosis de la válvula aórtica postnatal	Cualitativo	Nominal	Si No	Válvula ecoreflectiva, aumento de brillo, poca movilidad, con paso mínimo o nulo de flujo por ella.

### *7.1 Técnicas, procedimientos e instrumentos a utilizar en la recolección de datos*

Se revisaron las bases de datos e historias clínicas de paciente gestantes de la unidad de medicina materno fetal de Clínica Universitaria Colombia, que hayan tenido diagnósticos o sospecha de fetos de cardiopatía congénita, se hizo mayor énfasis en fetos con patología de la aorta como: coartación de la aorta y estenosis aórtica. Posterior a esto, se revisaron las imágenes diagnósticas de ecocardiogramas fetales y ecografías de detalle anatómico fetal, de

dicho fetos, las cuales fueron realizadas por especialistas en medicina materno fetal, con más de 10 años de experiencia y basado en los protocolos estándares de la ISUOG en la realización de dichos estudios ecográficos, con equipos de ultrasonido de alta resolución (VOLUSON E8 y VOLUSON E10) G&E Medical Systems.

La evaluación de la hiperecogenicidad de la aorta ascendente, se considera hiperecogénica al compararla con la ecogenicidad que da el hueso (figura 8), en este caso el hueso fémur. La valoración fue en el ecocardiograma fetal a nivel de los cortes de:

- Tres vasos – tráquea
- Tracto de salida del ventrículo izquierdo /eje largo del ventrículo izquierdo
- Arco aórtico – arco ductal



**Figura A y B:** Vista del tracto de salida del ventrículo izquierdo (VI) (eje largo) que muestra la pared anterior y posterior de la aorta ascendente ecogénica (AoA) (flecha amarilla), y la ecogenicidad del hueso (vertebra) (flecha roja).  
**Figura C:** corte de tres vasos se observa el aumento de la ecogenicidad de las paredes de la aorta (flecha amarilla).  
(Se cuenta con el permiso de la UMMF para el uso de las fotografías)

Figura 8. Evaluación de la hiperecogenicidad de la aorta.

A su vez, se evaluaron los resultados de los ecocardiogramas postnatales donde se compararon los hallazgos que confirmaban o descartaban el diagnóstico prenatal, aplicando las mismas variables a analizar.

Se construyó un instrumento de recolección de datos con las variables a evaluar, que posteriormente se transcribieron para obtener una base de datos en el programa Excel versión

2013; se verificó las inconsistencias, y en caso de haber > del 10% de base con errores, se re digitó toda la información.

### *Procedimientos De Medición, Recolección Y Sistematización*

1. Se construyó el instrumento de recolección de información con las variables de estudio (anexos)
2. Se aplicó el instrumento de recolección de la información (anexo), por 2 especialistas en medicina materno fetal que estuvieron segados en la recolección.
3. Se revisó los instrumentos de recolección de la información, que fueron aplicados y diligenciados (un fellow de medicina materno fetal).
4. Se construyó la base de datos en Excel Versión 2013, con las variables principales del estudio.
5. Se depuró la información (se realizó una revisión de los instrumentos de recolección de la información, organizándola en la base de datos en Excel, teniendo en cuenta las variables a estudio)
6. Se procesó la información a partir del plan de análisis estadístico.

### *7.2 Plan de procesamiento de análisis de datos*

Para el análisis estadístico se empleó el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS), versión 24. La estadística descriptiva en variables cualitativas que se usaron fue mediante frecuencias absolutas y relativas (porcentajes), y en las cuantitativas con medidas de tendencia central (promedio y mediana) y de dispersión (rango y desviación estándar).

Se midió las probabilidades de hiperecogenicidad mediante porcentajes. Se evaluó la concordancia entre el hallazgo positivo de hiperecogenicidad y el diagnóstico postnatal, utilizando kappa de cohen. Se consideró significancia estadística valores  $p < 0.05$ .

### *7.3 Alcances y límites de la investigación*

#### **Limitaciones y posibles sesgos del estudio**

**-Sesgo de selección:** Se incluyeron la totalidad de los pacientes en el periodo descrito, en forma consecutiva, hasta completar la muestra del estudio y se controló el sesgo aplicando estrictamente los criterios de elegibilidad establecidos en el estudio.

**Sesgo de información:** Al ser un estudio retrospectivo, estuvo proclive a los errores en la digitación de los datos de los pacientes. Este sesgo se controló asegurando que el investigador principal fue el único que recolectó los datos, digitando en una base prediseñada. Así mismo se codificaron la mayoría de variables de forma nominal para evitar el error de digitación.

**-Sesgo de medición:** se controló teniendo como base que todos los especialistas en medicina materno fetal realizaron la toma del procedimiento de manera sistemática y estandarizada, eliminando errores.

No se controló la confusión, debido a que es un estudio puramente descriptivo.

## 8. Presupuesto.

Rubros y Fuentes	Cantidad	Descripción	Valor Individual	Valor Total en los 14 meses	Otorgado por el apoyo de una entidad
<b>Recurso humano</b>					
Investigador principal	1	Persona encargada de, realizar el protocolo y coordinar la investigación	30 mil pesos/hora 30 horas mes	\$12.600.000	Personal en formación Universidad del Rosario en Clínica Universitaria Colombia
Coinvestigador 1	1	Persona encargada de liderar la investigación	30 mil pesos/hora 30 horas mes	\$12.600.000	Personal en formación de Ginecología y Obstetricia Fundación Universitaria Sanitas
<b>Total Personal</b>	2			\$ 25.200.000	
<b>Papelería</b>					
Papel carta	3 resmas (500 hjs c/u)	Elemento para consignar información	12 mil pesos la unidad	\$36.000	Dotación de la ummf Clínica Universitaria Colombia
Esferos	20	Elemento para consignar información	2 mil pesos la unidad	\$40.000	Dotación de la ummf Clínica Universitaria Colombia

Cartucho impresora	2 tóner imp. laser	Elemento para consignar información	250 mil pesos	\$500.000	Dotación de la ummf Clínica Universitaria Colombia
Carpetas	176 carpetas folios	Elemento para archivar información	2 mil pesos	\$352.000	Dotación de la ummf Clínica Universitaria Colombia
Fotocopias	1000		50 pesos	\$50.000	Dotación de la ummf Clínica Universitaria Colombia
<b>Equipos.</b>					
Computador	1	Instrumento para registrar y procesar los datos	900 mil pesos	\$900.000	Dotación de la ummf Clínica Universitaria Colombia
<b>Servicios</b>					
Servicios varios (luz y teléfono)		Medio para realizar investigación y medio de comunicación	30 mil pesos mes	\$420.000	Dotación de la Fundación Universitaria Sanitas
<b>Total</b>				\$27.498.000	

### **9. Aspectos éticos.**

Se realizó una base de datos, donde se analizaron imágenes y videos de ecocardiogramas fetales, de paciente con diagnóstico prenatal o sospecha diagnóstica de coartación de la aorta o estenosis aórtica y se realizó revisión de la historia clínica. Dentro de los datos usados, se asignó un número de secuencia a cada paciente, o código que garantice la protección de datos personales, como lo es dispuesto en la ley 1581 de 2012(40). Los registros físicos o informáticos serán custodiados en el archivo de investigación de la Unidad de Medicina Materno fetal de la Clínica Universitaria Colombia que cuenta con los estándares para tal fin. El estudio se realizó dentro de los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos según la Declaración de Helsinki - 59ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil 2013(41).

Se tuvo en cuenta las regulaciones locales del Ministerio de Salud de Colombia Resolución 8430 de 1993 en lo concerniente al Capítulo I “De los aspectos éticos de la investigación en seres humanos”(42).

La presente investigación es clasificada dentro de la categoría sin riesgo. Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta(42).

El estudio estuvo dirigido a la observación y descripción de variables previamente definidas, para la realización de una base de datos, los cuales son administrados por las imágenes diagnosticas de ecocardiograma fetales e historias clínicas de los pacientes. Lo anterior, no con lleva a ningún tipo de intervención en el paciente, o modificaciones en su manejo clínico. Los resultados obtenidos contribuirán al reconocimiento de un nuevo signo ecográfico para el diagnóstico prenatal de la coartación de la aorta y estenosis de la válvula aórtica, que mejore la sensibilidad diagnostica de la ecografía, y va dirigido a mejorar la atención postnatal del feto.

Se limitará el acceso de los instrumentos de investigación únicamente a los investigadores según Artículo 8 de la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud. Será responsabilidad de los investigadores el guardar con absoluta reserva la información contenida en las historias clínicas y a cumplir con la normatividad vigente en cuanto al manejo de la misma reglamentados en los siguientes: Ley 100 de 1993, Ley 23 de 1981, Decreto 3380 de 1981, Resolución 008430 de 1993 y Decreto 1995 de 1999.

El grupo de investigadores responsables de la recolección de datos, estuvo compuesto por un residente de ginecología y obstetricia (estudiante de postgrado) y un residente de medicina materno fetal (estudiante de postgrado, segunda especialidad).

Los especialistas en medicina materno fetal, analizaron en conjunto con los residentes los datos e imágenes diagnosticas de ecocardiogramas fetales.



## 11. Resultados

En el periodo comprendido entre enero de 2005 y julio de 2019 se incluyó un total 84 pacientes gestantes, en las cuales se identificó en la ecocardiografía prenatal del feto compromiso de la aorta ascendente, siendo así el diagnóstico final prenatal: Coartación de la aorta y/o estenosis de la aorta ascendente. Posteriormente, se realizó seguimiento a todas las pacientes, sin embargo, solo a 77 pacientes se logró realizar ecocardiograma postnatal (figura 9).

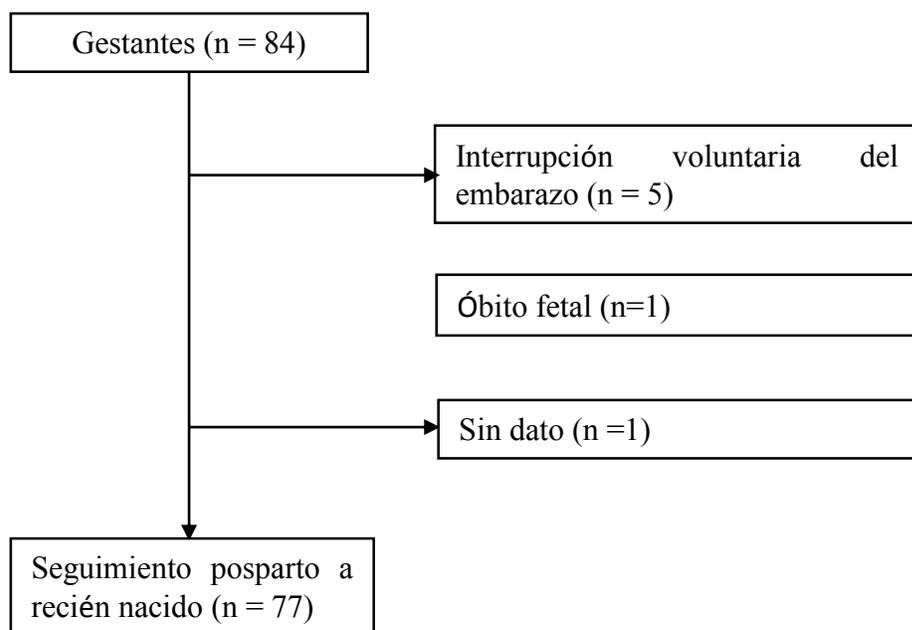


Figura 9. Flujograma de seguimiento a las pacientes.

- **Características sociodemográficas**

Se identificaron 84 pacientes, de las cuales 77 cumplieron criterios de inclusión. La edad mínima fue de 16 años y la máxima fue de 45 años, con un promedio de  $30,1 \pm 6,4$  años (mediana 29,5 años), con predominio de pacientes nulíparas (54,7%), profesionales (69%), la mayor procedencia fue de Bogotá (98.8%) y una edad gestacional promedio al diagnóstico prenatal de  $26,1 \pm 5,8$  semanas (mediana de 25,5 semanas) con un rango que varió entre 12,4 y 36,6 semanas.

El 88,1% (n=74) de las pacientes eran pacientes sanas y el 11,9% (n=10) presentaban una patología de base entre ellas: Hipotiroidismo (n=2), Asma (n=2) y antecedentes de cardiopatía, Diabetes Mellitus tipo 2, Epilepsia, Gastritis, Lupus Discoide e Hipertensión Arterial Crónica, con un solo caso respectivamente.

Durante la gestación, el 8.3% (n=7) de las pacientes presentaron antecedentes patológicos, los cuales fueron: Hipotiroidismo (n=4), Diabetes gestacional (n=2) y una paciente tenía antecedente de preeclampsia.

- ***Características de los fetos sujetos de estudio***

De los 84 participantes del estudio, los hallazgos encontrados en el ecocardiograma prenatal se distribuyeron de la siguiente forma: la desproporción de cavidades cardiacas en un 38.1% (n=32), ventrículo izquierdo hipoplásico en 22.6% (n=19), coartación de la aorta en 20.2% (n=17) y estenosis de la aorta en 19.0% (n=16).

### **Aneuploidias**

Considerando que las cardiopatías congénitas tienen una relación con las aneuploidías, el cariotipo fetal fue realizado en el 29,7% (n=25) de los fetos, de las cuales 17 presentaron cariotipo normal (46XX o XY) y 8 pacientes presentaron cariotipo anormal. Dentro del cariotipo anormal la monosomía 45X la más frecuente. Solo a dos pacientes se les realizó FISH para delección 22q11, siendo este resultado normal para ambos pacientes.

*Tabla 2. Cariotipo de fetos con diagnóstico de cardiopatía congénita en la unidad de medicina materno fetal. Clínica universitaria Colombia. Entre 2005 y 2019*

Cariotipo	No (25)	% (100)
45X	4	16.0
46XX	3	12.0
46XY	14	56.0
47XX+18	1	4.0
47XY+21	3	12.0

### **Características del parto**

De los 84 fetos, 77 nacieron vivos, 43 (51,2 %) fue por cesárea y 40 (47,6 %) por parto vaginal, en los cuales se incluyen los partos de las IVE y el óbito fetal. La edad gestacional promedio al nacimiento fue de  $37 \frac{6}{7}$  semanas  $\pm 2,5$  (mediana de  $38 \frac{5}{7}$  semanas) con un rango entre  $24 \frac{0}{7}$  a  $40 \frac{1}{7}$  semanas.

### **Recién nacido**

El peso promedio al nacer fue de  $2906 \pm 617$  gramos (mediana 3050 gramos) oscilando entre 620 a 3730 gramos. En la evaluación de la adaptación neonatal se tomó en cuenta el puntaje del APGAR a los 5 minutos, con un valor promedio de  $8,9 \pm 0,3$  puntos (mediana 9 puntos) oscilando entre 7 y 10 puntos.

### **Diagnóstico postnatal**

La hiperecogenicidad prenatal de la aorta ascendente fue descrita en un 96,4% (n=81) de los fetos con cardiopatía congénita con compromiso de la aorta ascendente (coartación de la aorta y estenosis de la aorta). Los otros signos indirectos usados en el diagnóstico prenatal de coartación de la aorta y la estenosis de la aorta que se encontraron en el ecocardiograma fetal, fueron la desproporción de las cavidades cardíacas en el 100% (n=84) y la desproporción de los grandes vasos en un 97,6% (n=82).

El ecocardiograma postnatal se realizó a 77 recién nacidos vivos. El diagnóstico prenatal de coartación de la aorta y/o estenosis de la aorta se confirmó en la ecocardiografía postnatal en 71,5% (n=57) de los neonatos; la distribución del diagnóstico ecocardiográficos fue de la siguiente manera: estenosis de la aorta en 29/77, coartación de la aorta 25/77 y la existencia de ambas patologías cardíacas en 3/77 neonatos. Por otro lado, en 18 pacientes se descartó la existencia de una cardiopatía congénita y 2 de los pacientes se diagnosticó una cardiopatía distinta a la estudiada (Tabla 3)

*Tabla 3. Distribución del diagnóstico de la ecocardiografía postnatal en Recién Nacidos de la unidad de medicina materno fetal. Clínica universitaria Colombia, 2005 y 2019.*

	Frecuencia	Porcentaje
Estenosis de la aorta	29	37.7
Coartación de la aorta	25	32.5
Ninguna	18	23.4
Coartación de la aorta y estenosis de la aorta aórtica	3	3.9
Displasia válvula pulmonar	1	1.3
Insuficiencia tricúspide, hipertensión pulmonar, insuficiencia mitral.	1	1.3
Total	77	100

Además, en los 77 pacientes a los cuales se les realizó la ecocardiografía postnatal, la hiperecogenicidad de la aorta ascendente se presentó en 72,6% (n=61); de los cuales el 38,7% (n=24) tenían coartación de la aorta, 46,7% (n=29) con estenosis y 6,4% (n=4) con coartación y estenosis. Asimismo, en 6,4% (n=4) presentaban un ecocardiograma postnatal normal por lo que se descartó cualquier patología cardíaca. Por otro lado, con respecto a los hallazgos de desproporción de cavidades cardíacas y desproporción de los grandes vasos, el porcentaje de presentación fue de 70,2% y de 69,04% respectivamente.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el grupo de desproporción de cavidades cardíacas, 57 pacientes presentaban coartación de la aorta y/o estenosis de la aorta, mientras que en dos pacientes se identificó patología cardíaca distinta, siendo la estenosis de la válvula pulmonar (n=1) y vena cava superior izquierda persistente en el otro. Mientras tanto, para la desproporción de grandes vasos, 57 neonatos presentaban coartación de la aorta y/o estenosis de la aorta y un paciente presentaba la desproporción a favor de la aorta secundaria a una estenosis de la válvula pulmonar.

### **Concordancia diagnóstica**

Al realizar la comparación de los hallazgos prenatales y posnatales, el 50% (n=23) de los pacientes con coartación de la aorta tuvieron resultados concordantes, mientras que el 93.3%

(n=28) de los pacientes con estenosis aórtica tuvieron resultados concordantes; en los dos pacientes que tenían estenosis y coartación de la aorta por simultáneo, esta fue descartada, encontrando en uno solo coartación y en el otro estenosis (tabla 4).

*Tabla 4. Acuerdo en el diagnóstico prenatal y postnatal de fetos con cardiopatía congénita en la unidad de medicina materno fetal. Clínica universitaria Colombia, 2005 y 2019*

Diagnostico postnatal	Diagnóstico prenatal						Total general
	Coartación de la aorta		Estenosis de la aorta		Estenosis y coartación de la aorta		
	N	%	N	%	N	%	
Coartación de la aorta	23	50.0	0	0.0	1	50.0	24
Estenosis de la aorta	1	2.2	28	93.3	1	50.0	30
Estenosis y coartación de la aorta	2	4.3	2	6.7	0	0.0	4
Displasia válvula pulmonar	1	2.2	0	0.0	0	0.0	1
Insuficiencia tricúspidea, hipertensión pulmonar, insuficiencia mitral.	1	2.2	0	0.0	0	0.0	1
Ninguna	18	39.1	0	0.0	0	0.0	18
Total general	46	100	30	100	2	100	78

La concordancia observada entre el hallazgo de hiperecogenicidad prenatal y postnatal positiva fue de 98.38%, mientras que con resultado negativo para hiperecogenicidad fue del 20% con un Kappa del 0.25,  $p=0,021$ . (tabla 5).

*Tabla 5. Concordancia entre hallazgo de hiperecogenicidad prenatal y postnatal, en fetos con cardiopatía congénita de la unidad de medicina materno fetal. Clínica universitaria Colombia. Entre 2005 y 2019*

Hiperecogenicidad prenatal	Hiperecogenicidad postnatal				Total general
	Si		No		
	N	%	N	%	
Si	61	98.3	12	80.0	73
No	1	1.6	3	20.0	4
Total general	62	100	15	100	77

### **Probabilidad de hiperecogenicidad**

En los pacientes que presentaron estenosis aórtica, coartación de la aorta o ambas patologías combinadas postnatal, la hiperecogenicidad prenatal fue un hallazgo positivo en el 100% de los pacientes (n=25, 30 y 3 respectivamente). En los pacientes que se descartó estenosis o coartación, este hallazgo estuvo presente en 83,3% (n=15).

## ***12. Discusión***

El diagnóstico prenatal de la CoA y de la estenosis aórtica, sigue siendo un procedimiento difícil de realizar, como lo demuestra el número de falsos positivos y falsos negativos en diferentes estudios. Se han planteado diversos hallazgos indirectos entre los cuales se encuentra la desproporción entre los ventrículos con dominancia derecha, y la desproporción de grandes vasos con dominancia de la arteria pulmonar con respecto a la arteria aorta, visibles en el corte ecográfico de tres vasos - tráquea(12). Sin embargo, la precisión de estas pruebas continua siendo baja y varían según la edad gestacional, encontrándose que menor a 24 semanas de gestación el VPP es de aproximadamente 80%, pero al superar las 24 semanas este disminuye a 30-40%(15).

En la CoA y la estenosis aórtica, la disminución del flujo sanguíneo a nivel de la zona coartada o por la estenosis de la válvula aórtica, ocasiona sobrecarga a la eyección del ventrículo izquierdo, la cual es compensada por un aumento de la presión sistólica y un periodo de eyección prolongado. Eventualmente, se genera un aumento del estrés parietal de la aorta (39), con una hipertrofia concéntrica, disfunción endotelial, acumulo de lípidos y depósitos de fibrina en las paredes parietales secundario. Lo anterior, se puede observar a través de la ecografía de tamizaje como un aumento de la ecogenicidad (13), por lo cual, entiendo la fisiopatología de la enfermedad, es importante evaluarlo como signo indirecto de la coartación o estenosis aórtica.

En el presente estudio descriptivo, la probabilidad de presentación de la hiperecogenicidad prenatal de la aorta ascendente en fetos con diagnóstico prenatal de estenosis y/o CoA fue de 96,4%. Teniendo en cuenta el anterior hallazgo, se evaluó el uso de un complemento al examen de la ecografía de la semana 20 a 24 o ecografía morfológica, la cual incluye el corte de 4 cámaras que teóricamente detecta el 50% de las malformaciones cardiacas graves, si además se agrega al estudio corte de 3 vasos- tráquea y tractos de salida, aumenta la sensibilidad de detección a un 90%, el cual aumenta a 95% cuando se agrega el doppler color, pero con la limitación que requieren de equipos complementarios costosos, así como experticia en el manejo(4).

En nuestro estudio, la frecuencia de hiperecogenicidad fue descrita en un 96.4% de los fetos con coartación o estenosis de la aorta. Así mismo, otros signos indirectos reportados en la literatura como la desproporción de las cavidades cardiacas y la desproporción de los grandes vasos se presentaron en un 97,6% de los sujetos, hallazgos frecuentes que hacen pensar que la hiperecogenicidad tiene utilidad como signo indirecto para el diagnóstico de esta patología.

La CoA se caracteriza por el estrechamiento del arco aórtico distal y tiene una relación con la lesión estenótica de la válvula aórtica en un 60% de las presentaciones. En la cual, independiente de cuál sea la etiología de la CoA, se ha evidenciado que existe una alteración propia de la pared aórtica con engrosamiento de la capa íntima y media generalmente en la pared postero-lateral, aumentando la oclusión de la luz aórtica (17), lo que soporta el uso de la ultrasonografía y de este signo para el diagnóstico prenatal.

En el estudio, los hallazgos de hiperecogenicidad posnatal se encontraron en 72,6% de los pacientes, con un nivel de acuerdo entre el hallazgo de hiperecogenicidad prenatal y postnatal positiva del 98.38%. No obstante, que el acuerdo negativo fue del 20% con un nivel de acuerdo bajo. Esto se relaciona con los hallazgos diagnósticos y la concordancia con los resultados posnatales, lo que evidencia la dificultad del diagnóstico de esta patología y la alta tasa de falsos positivos, aunque estos estudios fueron realizados por personal entrenado y con experiencia en la realización de estos procedimientos. Durante el diagnóstico prenatal la mayor frecuencia de los hallazgos pudo deberse a un mayor compromiso cardiaco, aumentando la validez del diagnóstico, hecho que se resalta por el número de IVE que se realizaron, teniendo en cuenta el mal pronóstico postnatal de las cardiopatías, con altas tasas de mortalidad (10,17).

La CoA y la estenosis de la válvula aórtica como patología obstructiva del tracto de salida izquierdo tienen la capacidad de reducir el flujo sanguíneo en el arco aórtico fetal, resultando en la hipoplasia del arco aórtico y por ende disminución del flujo de sangre a través de la aorta descendente. Lo anterior, genera cambios hemodinámicos fetales importantes, que dependen de la severidad de la estenosis, y que se traducen a un pronóstico postnatal reservado, dado el riesgo de hipoxia y sus complicaciones (8).

Como hallazgos principales, en los pacientes en quienes se confirmó la estenosis aórtica, coartación de la aorta o ambas patologías, la hiperecogenicidad prenatal fue un hallazgo positivo en el 100% de los pacientes (n=25, 30 y 3 respectivamente), resultados que hacen pensar que este signo puede ayudar de una manera casi que perfecta en el diagnóstico de esta patología. Sin embargo, también se identificó en otras patologías como la displasia válvula pulmonar, Insuficiencia Tricúspidea, Hipertensión Pulmonar, Insuficiencia Mitral. Asimismo, en los pacientes en quienes se descartó estenosis o coartación, este hallazgo estuvo presente en 83,3% de los recién nacidos. Estos resultados denotan bajo rendimiento y poca utilidad del signo, dado que incrementarían el número de casos falsamente diagnosticados.

En la literatura, no se encontraron estudios originales que evaluaran la hiperecogenicidad de la aorta como signo indirecto de la coartación o estenosis aórtica. Se evidenció un estudio publicado en memorias de un congreso donde evaluaron 247 casos de anomalías congénitas, y seleccionaron 52 casos de coartación de la aorta, reportando una frecuencia de 78% (41/52) de hiperecogenicidad de la aorta ascendente (13). Otros estudios, como el de Familiari (42) han identificado cuales signos indirectos y factores de riesgo pueden aproximarse a un diagnóstico prenatal, donde encontraron resultados como: la desproporción de grandes vasos es mayor en estos pacientes que en población control (OR, 15.11; 95% CI, 6.80–33.6;  $P \leq 0.001$ , I2, 0%), sin embargo presenta una alta tasa de falsos positivos (sensibilidad: 86.2%; 95% CI, 77.5–92.4; especificidad: 51.8%; 95% CI, 46.1–57.4; LR+: 3.01; 95% CI, 1.09–8.33; LR: 0.20, 95% CI, 0.08–0.54; OR diagnóstico : 15.1; 95% CI, 6.80–33.5). Así mismo, la presencia del “shelf” contraductal e hipoplasia del arco aórtico, siendo más común en fetos con coartación aórtica que en los controles (OR: 26.0; IC 95% 4.42–153;  $P < 0.001$ , OR: 38.2; IC 95% 3.01–486;  $P = 0.005$ ). Concluyeron que, al integrar diferentes variables en un modelo predictor, aumenta la especificidad y sensibilidad de cada hallazgo.

En nuestro conocimiento las limitantes del estudio fueron dos: en primer lugar, las características retrospectivas del mismo, sin embargo, es basado en información detallada y estandarizada. Consideramos que la segunda limitación es la baja frecuencia de pacientes

sanos para conocer la probabilidad del signo en aquellos sin patología cardiaca, para así mejorar la precisión de este indicador.

Se recomienda, realizar estudios que evalúen la hiperecogenicidad de la aorta ascendente tanto en población sana, como en población con alteraciones en el ecocardiograma, para determinar las características operativas de este signo que permita discriminar y asociar la hiperecogenicidad con los diagnósticos.

### ***13. Conclusiones***

La hiperecogenicidad prenatal de la aorta ascendente es un signo indirecto con altísima probabilidad en el diagnóstico postnatal de la coartación y estenosis de la aorta. En los resultados obtenidos en el estudio de la probabilidad de la hiperecogenicidad ascendente como signo indirecto se encuentra positivo en el 96,4% en los estudios imagenológicos prenatales en pacientes gestantes con coartación y estenosis de la aorta, no obstante, el hallazgo a nivel postnatal es de 73%, disminuyendo la precisión, así como la utilidad de esta técnica en los casos confirmados de la patología cardíaca.

Al discriminar la probabilidad del hallazgo de la hiperecogenicidad de la aorta ascendente con cada una de las cardiopatías congénitas en estudio, coartación de la aorta y estenosis de la aorta y la existencia de ambas patologías; la hiperecogenicidad estuvo presente en el 100% de los pacientes a los cuales se les confirmó el diagnóstico postnatal.

Se requieren estudios con muestras más grandes y poblaciones sanas para poder estimar la utilidad y discriminación de este signo ecográfico, así como evaluar la inclusión dentro de modelo de diagnóstico que actualmente se utiliza.

#### ***14. Recomendaciones***

En el contexto de una paciente con sospecha diagnóstica y/ o diagnóstico de coartación de la aorta y/o estenosis de la aorta, incluyendo signos indirectos y directos, el hallazgo de la hiperecogenicidad de la aorta ascendente tiene una probabilidad diagnóstica prenatal del 96,4%, por lo cual es un signo ecográfico indirecto que aumenta la probabilidad diagnóstica de las cardiopatías congénitas en el embarazo.

Sin embargo, el uso del signo de hiperecogenicidad de la aorta ascendente como un método aislado para identificar pacientes con coartación de la aorta y/o estenosis, a pesar de presentarse en el 100% de los recién nacidos con esta patología, se presenta de igual manera en un porcentaje elevado de recién nacidos sanos, al igual que en otras patologías cardíacas, careciendo de correlación diagnóstica para la patología cardíaca en discusión.

Se abre la invitación a la comunidad científica a determinar diversos parámetros ecográficos que logren complementar y aumentar la especificidad del diagnóstico ecográfico de la patología cardíaca en discusión con el objetivo de lograr obtener una mayor correlación diagnóstica e impactar en el pronóstico de las cardiopatías fetales y su desenlace neonatal.

## 15. Bibliografía

1. Romina Armando, Rosa Liascovich MEMJOB. Anomalías congénitas enfoque para la atención primaria en Salud. :36.
2. Anomalías congénitas [Internet]. Available from: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/congenital-anomalies>
3. The International Society of Ultrasound in Obstetrics. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013;41(3):348–59.
4. Muñoz H, Copado Y, Díaz C, Muñoz G, Enríquez G, Aguilera S. DIAGNÓSTICO Y MANEJO PRENATAL DE PATOLOGÍA CARDÍACA FETAL. *Rev Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2016;27(4):447–75. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.07.006>
5. Intermountain healthcare. Guía de pruebas prenatales. 2014;
6. Rosano A, Botto LD, Botting B, Mastroiacovo P. Infant mortality and congenital anomalies from 1950 to 1994: An international perspective. *J Epidemiol Community Health.* 2000;54(9):660–6.
7. June A. Coartación aórtica . Interrupción del arco aórtico Coarctation of the aorta . Interruption of the aortic arch. 2014;21(2):97–106.
8. García Guereta L. Coartación de aorta e interrupción del arco aortico. *Protoc Diagnósticos y Ter en Cardiol Pedriática.* 2009;1–14.
9. Bravo-valenzuela NJ, Borges A, Araujo E. Diagnóstico prenatal de cardiopatía congénita : una revisión del conocimiento actual. 2018;
10. Abuhamad A, Chaoui R. *Ecocardiografía Fetal.* 3ª. SA EJ, Wolters Kluwer, editors. 2019. 593 p.
11. Franklin O, Burch M, Manning N, Sleeman K, Gould S, Archer N, et al. Prenatal diagnosis of coarctation of the aorta improves survival and reduces morbidity. 2002;67–70.
12. Franklin O, Burch M, Manning N, Sleeman K, Gould S, Archer N. El diagnóstico prenatal de la coartación de la aorta mejora la supervivencia y reduce la morbilidad. 2002;87(1):67–9.
13. M. Herrera, M. Rebolledo, M. Muñoz JA. Hyperechogenicity of the ascending aorta:

- a new indirect sign of coarctation of the aorta? *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2015;84:487–92. Available from: <http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>
14. Bretón CO, Manrique FL, Barajas SJ, Velandia JA. Factores de riesgo materno asociados a cardiopatías congénitas en el nororiente colombiano. *Pediatrics (Santiago)* [Internet]. 2012 [cited 2018 Jan 25];45(2):108–23. Available from: [https://ac.els-cdn.com/S0120491215300100/1-s2.0-S0120491215300100-main.pdf?\\_tid=14f1c3fa-01d2-11e8-aab7-00000aab0f01&acdnat=1516886424\\_27002b6e6a1ef98cb4a0737fe9fd01fa](https://ac.els-cdn.com/S0120491215300100/1-s2.0-S0120491215300100-main.pdf?_tid=14f1c3fa-01d2-11e8-aab7-00000aab0f01&acdnat=1516886424_27002b6e6a1ef98cb4a0737fe9fd01fa)
  15. Diagnóstico prenatal de coartación aórtica (CoA) – Sochumb.
  16. Chervenak FA, Kurjak A, Carrera JM. Defectos congénitos. *Ecografía en diagnóstico Prenat*. 2010;47–68.
  17. Galindo A, Gratacos E, Martínez J. *Ecocardiografía Fetal*. Marban, editor. Madrid, España; 2015. 630 p.
  18. Sadler T. *Embriología Medica*. 12ª. Wolters Kluwer, editor. 2001. 384 p.
  19. Frajndlich R. Fisiología de la circulación fetal. *Cardiol Fetal*. 2009;13–5.
  20. Creasy R, Resnik R. *Medicina materno-fetal de Creasy y Resnik: Principios y práctica*. octava edi. El sevier, editor. 2014. 1649 p.
  21. Thakur V, Fouron JC, Mertens L, Jaeggi ET. Diagnosis and management of fetal heart failure. *Can J Cardiol* [Internet]. 2013;29(7):759–67. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjca.2013.02.001>
  22. Antonio Terrones\* y Giselle Touzet\*\*. Screening cardíaco fetal : estandarización de imágenes ecográficas . Propuesta para sentar las bases de una futura norma de estudio e informe. 2014;13:97–101.
  23. Considerations G. Cardiac screening examination of the fetus: Guidelines for performing the “basic” and “extended basic” cardiac scan. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2006;27(1):107–13.
  24. Yagel S, Arbel R, Anteby EY, Raveh D, Achiron R. The three vessels and trachea view (3VT) in fetal cardiac scanning. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2002;20(4):340–5.
  25. Pérez R, Duran M. Coartación de la aorta: una revisión sistemática Aorta coarctation: a systematic review. *Cienc innov salud* [Internet]. 2015;3(2):31–42. Available from: <http://portal.unisimonbolivar.edu.co:82/rdigital/innovacionsalud>

26. Bronte Deiros L. Factores predictivos anatómicos y funcionales en el diagnóstico prenatal de la coartación de aorta. 2015;261. Available from: [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/671649/deiros\\_bronte\\_lucia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/671649/deiros_bronte_lucia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
27. Centella Hernández T, Stanescu D, Stanescu S. Coartación aórtica. Interrupción del arco aórtico. *Cir Cardiovasc* [Internet]. 2014;21(2):97–106. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.circv.2014.03.007>
28. Gómez-Montes E, Herraiz I, Mendoza A, Escribano D, Galindo A. Prediction of coarctation of the aorta in the second half of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2013;41(3):298–305.
29. Brown DL, Durfee SM, Hornberger LK. Ventricular discrepancy as a sonographic sign of coarctation of the fetal aorta: How reliable is it? *J Ultrasound Med*. 1997;16(2):95–9.
30. Slodki M, Rychik J, Moszura T, Janiak K, Respondek-Liberska M. Measurement of the great vessels in the mediastinum could help distinguish true from false-positive coarctation of the aorta in the third trimester. *J Ultrasound Med* [Internet]. 2009;28(10):1313–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19778876> <http://www.jultrasoundmed.org/cgi/content/full/28/10/1313> <http://www.jultrasoundmed.org/cgi/reprint/28/10/1313.pdf>
31. Matsui H, Mellander M, Roughton M, Jicinska H, Gardiner HM. Morphological and physiological predictors of fetal aortic coarctation. *Circulation*. 2008;118(18):1793–801.
32. Jiménez JMA, Torres EG, Arlati F, Puente FV, Soto AM, Ruiz MÁG, et al. Manejo del neonato con coartación de aorta e hipoplasia de arco. *Cir Cardiovasc* [Internet]. 2015;22(4):182–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.circv.2014.12.005>
33. Moulart AJ, Bruins CC, Oppenheimer Dekker A. Anomalies of the aortic arch and ventricular septal defects. *Circulation*. 1976;53(6):1011–5.
34. Toole BJ, Schlosser B, McCracken CE, Stauffer N, Border WL, Sachdeva R. Importance of Relationship between Ductus and Isthmus in Fetal Diagnosis of Coarctation of Aorta. *Echocardiography*. 2016;33(5):771–7.

35. Ayd FJ, Stewart WH. Fetology. Vol. 169, Annals of the New York Academy of Sciences. 2007. 376–381 p.
36. Balistreri CR, Forte M, Greco E, Paneni F, Cavarretta E, Frati G, et al. An overview of the molecular mechanisms underlying development and progression of bicuspid aortic valve disease. *J Mol Cell Cardiol* [Internet]. 2019;132(April):146–53. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022282819300847>
37. Huhta JC, Carpenter RJ, Moise KJ, Deter RL, Ott DA, McNamara DG. Prenatal diagnosis and postnatal management of critical aortic stenosis. *Circulation*. 1987;75(3):573–6.
38. Freud LR, Moon-Grady A, Escobar-Diaz MC, Gotteiner NL, Young LT, Mcelhinney DB, et al. Low rate of prenatal diagnosis among neonates with critical aortic stenosis: Insight into the natural history in utero. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2015;45(3):326–32.
39. TAVELLA N, BARREIRO D, CURA L, VIGNOLO G. Estenosis valvular aórtica: (parte I). Vol. 19, Revista Uruguaya de Cardiología. 2004. p. 99–121.
40. 2013. DN 1377 de. LEY 1581. PROTECCION DE DATOS. 2013;2012(Octubre 17).
41. Review C, Communication S, Principles G. World Medical Association. Declaration of Helsinki. 2013 <http://www.wma.net/e/policy/pdf/17c.pdf>. 2015;2013–6.
42. Colombia M de SR de. Resolucion numero 8430 de 1993. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. 2007;1993(Octubre 4):1–19. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993>.
43. Familiari A, Morlando M, Khalil A1, Sonesson SE, Scala C, Rizzo G, Del Sordo G, Vassallo C, Elena Flacco M, Manzoli L, Lanzone A, Scambia G, Acharya G1, D'Antonio F2. Risk Factors for Coarctation of the Aorta on Prenatal Ultrasound: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Circulation*. 2017 Feb 21;135(8):772-785

**15. Anexos.**

Anexo 1 Instrumento de recolección para trabajo de investigación

**HIPERECOGENICIDAD DE AORTA ASCENDENTE Y PROBABILIDAD DE  
COARTACION AÓRTICA Y LESION ESTENOTICA DE LA VALVULA  
AÓRTICA FETAL**

FORMATO: \_\_\_\_\_

# HISTORIA CLINICA: \_\_\_\_\_

**I: CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS:**

101. EDAD: \_\_\_\_\_

102. EDAD GESTACIONAL AL DIAGNOSTICO: \_\_\_\_\_

103. INDICACION DE ECOCARDIOGRAMA FETAL:

1. SOSPECHA DE COA: \_\_\_\_\_

2. ESTENOSIS AÓRTICA: \_\_\_\_\_

3. ATRESIA AÓRTICA: \_\_\_\_\_

4. DESPROPORCIÓN DE CAVIDADES CARDIACAS: \_\_\_\_\_

5. HIPOPLASIA DEL ARCO AÓRTICO: \_\_\_\_\_

**II. CARACTERÍSTICAS DEL ECOCARDIOGRAMA:**

201. DESPROPORCION DE CAVIDADES VENTRICULAR (relación > 1.69):

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

202. DESPROPORCION DE GRANDES VASOS:

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

203. HIPERECOGENICIDAD DE LA PARED DE LA AORTA ASCENDENTE

(SIMILAR A LA DEL HUESO):

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

204. ESTENOSIS DE LA VÁLVULA AÓRTICA

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

205. COARTACIÓN DE LA AORTA

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

**III. CARACTERÍSTICAS POSTNATALES:**

301. EDAD GESTACIONAL AL NACIMIENTO: \_\_\_\_\_

302. TIPO DE PARTO

1. VAGINAL (1) \_\_\_\_\_ 2. CESAREA (2) \_\_\_\_\_

303. APGAR AL MINUTO: \_\_\_\_\_

304. APGAR A LOS 5 MINUTOS: \_\_\_\_\_

305. SEXO RECIÉN NACIDO:

1. MASCULINO \_\_\_\_\_ 2. FEMENINO: \_\_\_\_\_

306. DIAGNOSTICO POSTNATAL:

1. COARTACIÓN DE LA AORTA: \_\_\_\_\_
2. ESTENOSIS AÓRTICA: \_\_\_\_\_
3. ATRESIA AÓRTICA: \_\_\_\_\_
4. DESPROPORCIÓN DE CAVIDADES CARDIACAS: \_\_\_\_\_
5. HIPOPLASIA DEL ARCO AÓRTICO: \_\_\_\_\_

307. HIPERECOGENICIDAD EN ECOCARDIOGRAMA POSTNATAL

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

308. DESPROPORCION DE CAVIDADES VENTRICULARES:

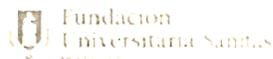
1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

309. DESPROPORCION DE GRANDES VASOS:

1. SI \_\_\_\_\_ 2. NO \_\_\_\_\_

## Anexo 2 Carta aprobación comité de ética Clínica Colombia

el instrumento de recolección que a manera de investigación



### COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

CEIFUS 753-19  
Bogotá D C, 03 de septiembre de 2019

**Doctor:**  
**MAURICIO HERRERA**  
Investigador principal

**JAIME ARENAS**  
**MARIO REBOLLEDO**  
**JUAN CARLOS DE LEON**  
**MILCIADES IBÁÑEZ**  
**AYLIN ACEVEDO**  
Co-investigadores  
Bogotá

**Ref: Concepto ético de la evaluación del protocolo titulado "Hiperecogenicidad de la aorta ascendente como signo indirecto probable de coartación aórtica y lesiones estenotica de la aorta."**

#### Respetados Doctores:

El día 03 de septiembre de 2019, en la sesión registrada en el acta No 034-19, se reunió el Comité de Ética en Investigación de la Fundación Universitaria Sanitas, donde se deja constancia de la recepción del comunicado del 28 de agosto de 2019 y evaluación de los ajustes solicitados por el Comité de Ética del protocolo en referencia que se desarrolla bajo su dirección en la Clínica Colombia

**Concepto CEI** Se revisa en sesión y según los criterios institucionales establecidos y dado que el proyecto no compromete la seguridad, bienestar y respeta los derechos del sujeto de investigación, se decide **APROBAR** por consenso este protocolo

El Comité de Ética en Investigación está conformado por siete (7) miembros, en la presente sesión se cumplió el Quórum con la asistencia de siete (7) miembros del Comité

Nombre:	Cargo
Eduardo Low Padilla	Presidente CEI - Profesional con formación en Farmacología Clínica
Ingrid Milena Rodríguez Bedoya	Miembro Deliberativo - Secretaria Ejecutiva del CEI - Representante de Investigación de la FUS
Miniam Consuelo Neira Corredor	Miembro Deliberativo - Profesional con formación de Postgrado en Bioética
Alberto Lineros Montañez	Miembro Deliberativo - Profesional del área de ciencias de la salud
Diego Vivas Giraldo	Miembro Deliberativo - Profesional del área de ciencias de la salud
Héctor Ricardo Jiménez	Miembro Deliberativo - Profesional del área de las Ciencias Humanas y sociales

**Comité de Ética en Investigación de la Fundación Universitaria Sanitas**

Calle 23 # 66-46 Sede Salitre – Teléfono: 5895377 Ext: 5719901

E-mail: [comiteetica@unisanitas.edu.co](mailto:comiteetica@unisanitas.edu.co)

Bogotá D. C, Colombia

## COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

Giovanna De Silvestri Torres	Miembro Deliberativo – Representante de la Comunidad
------------------------------	--

El Comité de Ética en Investigación de la Fundación Universitaria Sanitas declara que el desarrollo de sus actividades se rige bajo la normatividad vigente en temas relacionados con investigación en salud, (Ley Colombiana Resolución No 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, resolución 2378 de 2008 del Ministerio de Protección Social), las Normas de Buenas Practicas de Investigación Clínica (Good Clinical Practice-GCP), Declaración de Helsinki, Fortaleza (Brasil) octubre 2013 y la normativa Internacional vigente.

Cordialmente,



**EDUARDO LOW PADILLA**  
Presidente CEI  
Comité de Ética en Investigación  
Fundación Universitaria Sanitas