

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**USO DEL ULTRASONIDO OBSTÉTRICO EN LA DETECCIÓN Y MANEJO  
PRENATAL DE LAS ANOMALÍAS CARDIACAS CONGÉNITAS EN PAÍSES  
DESARROLLADOS DE EUROPA, AMÉRICA DEL NORTE Y PAÍSES EN  
DESARROLLO DE LATINOAMÉRICA.**

**MONOGRAFÍA**

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas  
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Andrea Eunice Sánchez González  
Jane Alexandrina Casasola Mackay**

**Médico y Cirujano**

Guatemala, octubre de 2021

Guatemala, 13 de octubre del 2021

Doctora  
Magda Francisca Velásquez Tohom  
Coordinadora de la COTRAG  
Presente

Dra. Velásquez:

Le informamos que nosotros:

1. ANDREA EUNICE SÁNCHEZ GONZÁLEZ



2. JANE ALEXANDRINA CASASOLA MACKAY



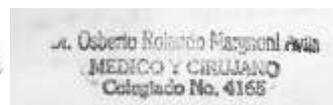
Presentamos el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA titulada:

**USO DEL ULTRASONIDO OBSTÉTRICO EN LA DETECCIÓN Y MANEJO  
PRENATAL DE LAS ANOMALÍAS CARDIACAS CONGÉNITAS EN PAÍSES  
DESARROLLADOS DE EUROPA, AMÉRICA DEL NORTE Y PAÍSES  
EN DESARROLLO DE LATINOAMÉRICA**

Del cual la asesora y revisora se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

**FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES**

Asesor: Dr. Osberto Rolando Margnoni Ávila



Revisor: Dr. Jaime Alberto Bueso Lara



Dr. Jaime Alberto Bueso Lara  
Médico y Cirujano  
Colegiado 2943

Reg. de personal 11,048



COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN  
COTRAG 2021



La infrascrita Coordinadora de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que las estudiantes:

1. ANDREA EUNICE SÁNCHEZ GONZÁLEZ 201400018 3000689530101
2. JANE ALEXANDRINA CASASOLA MACKAY 201407722 2864912810101

Presentaron el trabajo de graduación en la modalidad de Monografía, titulado:

**USO DEL ULTRASONIDO OBSTÉTRICO EN LA DETECCIÓN Y MANEJO  
PRENATAL DE LAS ANOMALÍAS CARDIACAS CONGÉNITAS EN PAÍSES  
DESARROLLADOS DE EUROPA, AMÉRICA DEL NORTE Y PAÍSES  
EN DESARROLLO DE LATINOAMÉRICA**

El cual ha sido revisado y aprobado por la Dra. Mónica Ninet Rodas González, profesora de esta Coordinación, al establecer que cumplen con los requisitos solicitados, se les **AUTORIZA** continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el trece de octubre del año dos mil veintiuno.

**"D Y ENSEÑAD A TODOS"**

  
  
Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom  
Coordinadora



COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN  
COTRAG 2021



El infrascrito Decano y la Coordinadora de la Coordinación de Trabajos de Graduación –COTRAG–, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que las estudiantes:

1. ANDREA EUNICE SÁNCHEZ GONZÁLEZ 201400018 3000669530101
2. JANE ALEXANDRINA CASASOLA MACKAY 201407722 2864912810101

Cumplieron con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, habiendo presentado el trabajo de graduación, en modalidad de monografía titulado:

**USO DEL ULTRASONIDO OBSTÉTRICO EN LA DETECCIÓN Y MANEJO  
PRENATAL DE LAS ANOMALÍAS CARDIACAS CONGÉNITAS EN PAÍSES  
DESARROLLADOS DE EUROPA, AMÉRICA DEL NORTE Y PAÍSES  
EN DESARROLLO DE LATINOAMÉRICA**

Trabajo asesorado por el Dr. Osberto Rolando Margnoni Ávila y revisado por el Dr. Jaime Alberto Bueso Lara, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

**ORDEN DE IMPRESIÓN**

En la Ciudad de Guatemala, el trece de octubre de dos mil veintiuno

  
Dra. Magda Francisca Velásquez Toñón  
Coordinadora



Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva  
DECANO

  
Vo.Bo.  
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva PhD  
Decano

## **Dedicatorias**

### **Dedicatoria Jane Alexandrina Casasola Mackay**

Acto que dedico primeramente a Dios. Segundo, a todas las personas que han sido participes de este trabajo y han apoyado la finalización de esta etapa: mi madre, mi padre, Dr Margnoni, Dr Bueso. Ya que sin el apoyo de ellos no hubiera sido esto posible.

### **Dedicatoria Andrea Eunice Sánchez González**

Acto que dedico a mis padres, ellos han sido después de Dios, el soporte de mi vida y a quienes debo lo que soy hasta el día de hoy.

## **Agradecimientos**

### **Agradecimientos Jane Alexandrina Casasola Mackay**

Agradezco a Dios, por permitirme cerrar una nueva etapa de vida. A mis padres, por mostrarme su apoyo, confianza y amor incondicional. A mis hermanos y novio, por enseñarme a sonreír frente a todo. A mis profesores y asesores de este trabajo, por siempre mostrarse abiertos con sus enseñanzas. A Andrea Sánchez, por creer en mí como compañera de estudio y apoyo incondicional en la Universidad. A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por sus enseñanzas durante estos años.

### **Agradecimientos Andrea Eunice Sánchez González**

A Dios, a quien debo lo que soy, gracias por nunca dejarme y sostenerme con su mano poderosa. Por guiar cada paso de mi vida y ser el refugio que siempre necesité.

A mis padres, María del Rosario González y Carlos Sánchez, la vida no me alcanzará para devolver ni una pequeña parte de lo que han hecho por mí. Los amo con todo mi corazón.

A mi novio José Andrés, gracias por estar siempre, por nunca negarme su apoyo y mostrarme su amor incondicional. Te amo.

A mis hermanitas, quienes han sido un gran ejemplo de perseverancia, las amo.

A mis profesores, Dr. Osberto Margnoni y Dr. Jaime Bueso. Gracias por cada una de sus valiosas enseñanzas. Espero llegar a ser tan buen profesional como ustedes.

A la Dra. Mónica Rodas, quien facilitó el proceso. Gracias por el tiempo invertido.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Ciencias Médicas, por ser mi casa de estudios, por los recursos invertidos en mi educación como Médico y Cirujano.

## Índice

Prólogo.....	i
Introducción.....	ii
Objetivos.....	v
Objetivo General.....	v
Objetivos Específicos.....	v
Métodos y Técnicas.....	vi
Contenido Temático.....	1
Capítulo 1. Ultrasonido Obstétrico.....	1
Capítulo 2. Anomalías cardiacas congénitas.....	16
Capítulo 3. Uso del ultrasonido obstétrico en la detección prenatal de defectos cardiacos congénitos.....	29
Capítulo 4. Uso del ultrasonido obstétrico en el manejo prenatal de defectos cardiacos congénitos.....	53
Capítulo 5. Análisis.....	73
Conclusiones.....	81
Recomendaciones.....	83
Referencias Bibliográficas.....	84
Anexos.....	98

## Índice de tablas

Tabla No. 1: Clasificación de EUROCAT para cardiopatías congénitas.....	20
---	----



**FACULTAD DE  
CIENCIAS MÉDICAS**  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

### **De la responsabilidad del trabajo de graduación:**

El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresados en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y, de las otras instancias competentes, que así lo requieran.

## Prólogo

Andrea y Jane son dos asiduas estudiantes de medicina, con pensum cerrado, próximas a graduarse. Tenemos en común la ginecología y obstetricia, aunque a una de ellas le apasiona la perinatología. La monografía que ellas realizaron y que usted apreciable lector tiene en este momento en sus manos, la titularon: Uso del ultrasonido obstétrico en la detección y manejo prenatal de las anomalías cardíacas congénitas en países desarrollados de Europa, América del Norte y países en desarrollo de Latinoamérica.

Las anomalías cardíacas congénitas han sido diagnosticadas con más frecuencia a raíz de la aplicación del ultrasonido a las gestantes durante el control prenatal. Las autoras ante esta perspectiva decidieron efectuar esta monografía con el objetivo de poder conocer en forma completa cómo el ultrasonido es una herramienta eficaz y confiable para la detección de este problema antes del nacimiento.

Como se ha dicho en otras ocasiones el ser humano tiende a seguir aprendiendo a hacer algo en beneficio propio y del bien común, y, esta monografía no escapa a ello, ya que la práctica de gineco-obstetricia y pediatría, como todas las áreas del saber humano, exigen experiencia de vida, basados en un buen fundamento teórico. Se presenta en la obra, una visión de la funcionalidad del ultrasonido, la descripción de las anomalías congénitas cardíacas y cómo se puede hacer más efectiva la búsqueda y el hallazgo de dicha entidad.

Para terminar, quiero dejar patente mi agradecimiento a Andrea y Jane por haberme dado el privilegio de escribir este prólogo para tan importante y distinguida monografía, que a mi juicio y parecer, tendrá un aporte muy significativo en el aprendizaje de la ginecología y obstetricia y en el ámbito de la pediatría.

## Introducción

El ultrasonido se basa en el empleo de ondas sonoras de ultra-alta frecuencia (las cuales no son audibles por el humano) para crear una imagen.<sup>1,2</sup> Es reconocido globalmente como una de las principales herramientas para la atención de la mujer gestante. Es el método estandarizado y aceptado para la detección antenatal de la mayoría de las malformaciones congénitas. En 1964 se reportó el primer caso de malformación congénita detectado por ultrasonido en la etapa prenatal, cuando se diagnosticó un caso de acrania. A partir de entonces, la finalidad del ultrasonido obstétrico ha sido la evaluación fetal y se considera actualmente como el método imagenológico más frecuentemente empleado para explorar la morfología fetal y detectar defectos congénitos, entre otras funciones.<sup>3</sup>

Los defectos o malformaciones congénitas se definen como las anomalías estructurales o funcionales que tienen lugar en la vida intrauterina y pueden ser un hallazgo durante el embarazo, el parto o en etapas posteriores de la vida. Y se estima que son la segunda causa de muerte en menores de 28 días y en menores de 5 años en América.<sup>3</sup> Los defectos cardíacos congénitos son de los más comunes al nacimiento, se estima que afectan aproximadamente 1 de cada 100 recién nacidos. De las patologías cardíacas, alrededor del 20-25%, es decir 1 de cada 500 nacimientos, serán defectos congénitos graves, que requerirán tratamiento médico y quirúrgico de urgencia y cuidados extremos para asegurar la supervivencia de estos recién nacidos.<sup>4</sup>

El Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI por sus siglas en inglés) menciona en su publicación “Incidence and mortality trend of congenital heart disease at the global, regional and national level, 1990-2017” que 0.8% a 1.2% de niños nacidos vivos en todo el mundo, presentan una anomalía cardíaca congénita.<sup>5</sup> En Guatemala y según datos de Instituto Nacional de Estadística, en 2018, las Malformaciones Congénitas del Corazón no especificada, ocuparon el 6to puesto dentro de las primeras 20 causas de mortalidad neonatal.<sup>6</sup> Los defectos cardíacos congénitos críticos (CCHD por sus siglas en inglés) en países en desarrollados son asociados a altas tasas de mortalidad. En contraste con los países desarrollados como Norte America y Europa donde están asociados a tasas morbilidad y altos costos en salud.

Por tanto, la importancia del uso del ultrasonido radica en la detección oportuna de las anomalías cardíacas congénitas para poder ofrecer un manejo adecuado y de esta manera evitar que el recién nacido presente complicaciones agudas, por ejemplo, insuficiencia cardíaca. El diagnóstico prenatal es importante para la adecuada planificación con el equipo multidisciplinario necesario para las intervenciones perinatales, así como para brindar la información y asesoría necesaria a los progenitores. <sup>4,7</sup> Está descrito que más del 85% de los recién nacidos no tienen un factor de riesgo asociado, por lo que una adecuada evaluación del corazón fetal por medio del ultrasonido, puede mejorar el manejo y pronóstico de estos pacientes. <sup>5,8</sup>

A su vez, la detección prenatal depende de varios elementos, ejemplo de ellos: la disponibilidad de la tecnología y equipo adecuado, habilidad y experiencia del ecografista, las políticas de cada país con respecto al tamizaje prenatal de anomalías congénitas y el acceso de la población a los servicios de salud, por ubicación y costos. Estos factores son diferentes en cada país, conforme a sus políticas y evolución de los servicios de salud. <sup>4</sup>

Se conoce que el diagnóstico prenatal de CCHD tiene la capacidad de cambiar la epidemiología y el impacto en la salud pública de las anomalías cardíacas congénitas de manera importante y compleja.<sup>4</sup> Por ello, se realizó una búsqueda amplia y sistematizada por medio del uso de herramientas de búsqueda web como Cochrae, Hinari, Pub Med y Google académico. Se indagó información en libros, artículos científicos, tesis, literatura gris, estudios observacionales analíticos y estudios observacionales descriptivos, entre otras fuentes, con el objetivo de describir uso del ultrasonido obstétrico, en la detección y manejo prenatal de las anomalías cardíacas congénitas, en países desarrollados de Europa, América del Norte y países en desarrollo de Latinoamérica. <sup>4</sup>

En países en desarrollo las anomalías cardíacas congénitas son tratadas por medio de cirugías correctivas primarias, ya que con estas se obtiene un mejor pronóstico. Las cirugías paliativas se utilizan en cardiopatías complicadas que por su fisiología o anatomía no son reparables en el recién nacido o en el lactante menor. <sup>9</sup> Son pocos los países de Latinoamérica que actualmente realizan cirugía fetal cardíaca, por lo que la información al respecto es escasa.

En Guatemala aún no se encuentra permitida la finalización del embarazo por defectos congénitos de mal pronóstico. Mientras que en otros países la detección de estas anomalías,

puede estar asociada con interrupciones electivas del embarazo.<sup>10</sup> Diferencias importantes también se encuentran en la implementación de procedimientos de intervencionismo cardiaco fetal, ya que mientras países desarrollados trabajan en la implementación de mejoras y nuevas técnicas en el campo del intervencionismo cardiaco fetal.<sup>11</sup> Países como Guatemala y El Salvador cuentan con un único centro de referencia para el manejo de algunas cardiopatías congénitas en el periodo posnatal.<sup>12,13</sup>

En países desarrollados (Europa y América del Norte), algunas malformaciones cardiacas graves son tratadas por intervencionismo cardiaco fetal, si se prevé que no hay tratamiento postnatal adecuado o que de no ser tratadas adecuadamente la evolución natural de esta, puede llegar a ser letal.<sup>14</sup> Por este y otros motivos, en países desarrollados se prioriza el tamizaje por ultrasonido en la atención prenatal, y así diagnosticar y tratar de manera oportuna las anomalías cardiacas fetales.

Se tomaron en cuenta países en desarrollo de Latinoamérica y países desarrollados de Europa y América del Norte considerando la disponibilidad de información. Se incluyó la información que se encontró en español e inglés.

Dentro de las limitantes para realizar la monografía, se puede considerar la escasez de información nacional y de otros países en desarrollo con respecto a datos estadísticos, ya que usualmente hay un subregistro del diagnóstico de patologías como las que le competen a la presente investigación.

Por lo descrito anteriormente se considera que es importante el objeto de investigación del presente trabajo de investigación y con la consecuente respuesta a la interrogante: ¿Cuál es el uso del ultrasonido obstétrico, en la detección y manejo prenatal de las anomalías cardiacas congénitas, en países desarrollados de Europa, América del Norte y países en desarrollo de Latinoamérica?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Describir el uso del ultrasonido obstétrico, en la detección y manejo prenatal de las anomalías cardíacas congénitas, en países desarrollados de Europa, América del Norte y países en desarrollo de Latinoamérica.

### **Objetivos Específicos**

1. Describir el ultrasonido obstétrico y su utilidad diagnóstica en anomalías cardíacas congénitas.
2. Describir las principales anomalías cardíacas congénitas, su epidemiología, fisiopatología y clasificación.
3. Exponer la utilidad del ultrasonido en la detección prenatal de las anomalías cardíacas congénitas en países desarrollados de Europa, América del Norte y países en desarrollo de Latinoamérica.
4. Establecer los beneficios de la detección prenatal por ultrasonido obstétrico de anomalías cardíacas congénitas.
5. Describir la utilidad del ultrasonido obstétrico en el manejo prenatal de anomalías cardíacas congénitas en países desarrollados de Europa, América del Norte y países en desarrollo de Latinoamérica.

## Método y Técnicas

- **Tipo de estudio:** Monografía de compilación.
- **Diseño:** Documental descriptivo.
- **Descriptor:** se emplearon los descriptores de ciencias de salud (DeCS) y los Medical Subject Headings (MeSH) y se realizó una búsqueda en idioma español e inglés. De los descriptores de Ciencias de Salud, se utilizaron nueve términos, siendo estos: “Ultrasonido”, “Cardiopatías Congénitas”, “Ecografía”, “Diagnóstico por ultrasonido”, “Imagen por ultrasonido”, “Anomalías Cardiacas Congénitas”, “Países en desarrollo”, “Países desarrollados”. De los Medical Subject Headings (MeSH), se emplearon los siguientes: “Diagnostic imaging”, “Ultrasonography”, “Ultrasonics”, “Heart Defects, Congenital”, “Countries, Developing”, “Country Developing”, “Developing Country”.
- **Selección de fuentes de información:** como fuentes primarias fueron empleados estudios de cohorte, entre otros artículos originales. Se utilizaron fuentes secundarias como libros, de los cuales cabe mencionar: Obstetricia Embarazos normales y de riesgo, y Patología Estructural y Funcional y algunas revisiones sistemáticas y meta-análisis. Se realizó una búsqueda electrónica en PubMed, Cochrane y Google Scholar. Se considero bibliografía desde el 2015 a la fecha. Al realizar una búsqueda no filtrada se obtuvo un total de 349 resultados en base a los determinantes seleccionados. Ver Anexo No. 1.
- **Análisis (secuencia y procesamiento de información):** se consideró como unidad de análisis el ultrasonido obstétrico. Se tomó como criterio de inclusión los artículos en los que se mencionara el ultrasonido obstétrico como herramienta para el diagnóstico prenatal de anomalías cardiacas congénitas. Se excluyeron aquellos estudios que reportaran anomalías extra-cardiacas exclusivas, con enfoque postnatal y estudios prospectivos. También se excluyeron estudios previos al año 2015. Se utilizó como gestor bibliográfico de referencias Mendeley. Se obtuvo información con objetivos descriptivos y para documentar. Fueron consultados artículos de Elsevier y Scielo, entre otros. Se obtuvo información de organizaciones e instituciones dentro de ellas: la Organización Mundial de la Salud (OMS), The North American Fetal Therapy Network (NAFNET), del Registry International Fetal

Cardiac Intervention (IFCIR) y guías prácticas clínicas como los elaborados por el Ministerio de Salud de diferentes países. De la literatura gris obtenida, se utilizaron 30 diferentes fuentes dentro de las cuales se incluyeron tesis nacionales e internacionales.

# CAPÍTULO 1. Ultrasonido Obstétrico

## SUMARIO

- Generalidades
- Biofísica del ultrasonido
- Seguridad del Ultrasonido
- Modalidades del ultrasonido
- Cualificación del operador del ultrasonido obstétrico
- Ultrasonido del primer trimestre
- Determinación de edad gestacional por ecografía
- Utilidad diagnóstica en el cribado de malformaciones fetales
- Utilidad diagnóstica de la ecografía en la detección de defectos cardiacos congénitos.

El ultrasonido es una herramienta clave para el diagnóstico prenatal de diversas patologías obstétricas y para el estudio morfológico y vitalidad fetal. Esta útil herramienta emplea el efecto piezoeléctrico: la energía mecánica generada por los pequeños cristales en las sondas de ultrasonido, produce ondas sonoras que atraviesan los tejidos con diferente impedancia para “traducirse” en imágenes, que en la pantalla del equipo de ecografía pueden ser interpretadas por el examinador. El ultrasonido provee información sobre la cantidad de fetos de la gestación, la placentación, cantidad de líquido amniótico, edad gestacional, morfología fetal, entre otros datos.<sup>15</sup> Además se ha evidenciado su importante utilidad en la detección de diferentes malformaciones fetales, con lo que se abre una ventana de oportunidades al mejoramiento del pronóstico y terapéutica de los fetos afectados. A continuación, se realiza una descripción del ultrasonido obstétrico, sus características y utilidades.

## 1.1. Generalidades

Son aproximadamente 4 décadas, desde que el ultrasonido comenzó a utilizarse para la evaluación obstétrica. Su trayecto en el campo de la medicina inició con utilidades muy básicas y resulta difícil creer que se ha avanzado tanto en su tecnología y desarrollo, que actualmente existen modalidades como la ecografía 3D y 4D, y usos como el empleo de altas frecuencias en

abordajes transvaginales, tamizaje para aneuploidías e indicaciones cada vez más amplias para la ecografía Doppler color. <sup>16</sup>

Se considera que el ultrasonido obstétrico, es la herramienta fundamental para el diagnóstico y determinación de riesgo en cada paciente. Para poder realizar un estudio de calidad se requiere de equipo adecuado, experiencia y amplio entrenamiento. Su uso adecuado puede facilitar la detección temprana de diversas patologías durante el embarazo, como son, placenta previa, RCIU, malformaciones fetales, entre otras. <sup>17</sup>

Actualmente The International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG), recomienda realizar tres controles de ultrasonido durante la gestación. El primero durante las semanas 11-14, se sugiere realizar el segundo en las semanas 15-28 y el último control, durante el tercer trimestre. Con los avances tecnológicos y el mejoramiento de las técnicas ecográficas, cada vez se detectan mayor cantidad de anomalías y afecciones durante la gestación, lo cual es de vital importancia para dar una adecuada asesoría a los progenitores y planificar el manejo antenatal y postnatal para cada caso. <sup>17</sup>

## **1.2. Biofísica del ultrasonido**

El ser humano, a diferencia de algunos animales, no es capaz de percibir frecuencias superiores a 20kHz, por encima de esta frecuencia, se denomina ultrasonido. En el campo de la obstetricia, los equipos de ultrasonido que son empleados en la actualidad funcionan a frecuencias de entre 2 y 9MHz. <sup>18</sup>

El mecanismo por el que se producen las imágenes ecográficas, se basa en el efecto piezoeléctrico. Este consiste en la transmisión de impulsos eléctricos a través de pequeños cristales cerámicos alineados incluidos en la sonda de ultrasonido. Posteriormente el ecógrafo transmite energía eléctrica a través de los cristales y se produce un cambio de energía eléctrica a mecánica. Al entrar en contacto la sonda de ultrasonido con la piel del paciente, se producen ondas de vibración en las estructuras orgánicas subyacentes. Esta energía mecánica produce ondas que al atravesar los diferentes tejidos con su respectiva oposición a la corriente

generada, se reflejan como ecos. La energía que vuelve a la sonda ecográfica como energía mecánica es “traducida” por los cristales, a energía eléctrica. El ecógrafo, para producir imágenes, interpreta el tiempo que transcurre desde que se emiten hasta que son recibidos los ecos, así como la intensidad de estos. Tejidos muy reflectantes generan ecos intensos, como es el caso de los huesos. <sup>18</sup>

La diferencia en el empleo de diferentes sondas radica en la relación con la frecuencia a la que funcionan, a mayor frecuencia se obtienen imágenes con mayor resolución, sin embargo con menor penetración a los tejidos. Al contrario sondas que empleen frecuencias menores consiguen una buena penetración, aunque la definición de las imágenes puede ser de alguna manera deficiente. Por ello vale la pena valorar en cada caso, según la morfología de la paciente la sonda que se adapte mejor a la situación. Por ejemplo en pacientes obesas se recomienda emplear sondas de menor frecuencia, para conseguir una adecuada penetración. Para estos casos el empleo de “ventanas” naturales puede ser de utilidad. Las “ventanas” naturales son espacios en el vientre materno en los cuales la atenuación de las imágenes por el paso de los ecos a través de los tejidos cada cual con su respectiva impedancia, es menor. En las pacientes obesas, las áreas de la pared abdominal proximales al ombligo tienen un menor espesor, así como en la región suprapúbica, por lo que se aprovechan estas “ventanas” para obtener imágenes con mayor definición. <sup>18</sup>

En el caso de las sondas transvaginales, ya que no deben atravesar la pared abdominal, operar a una mayor frecuencia es útil para obtener imágenes de alta calidad. Esto cobra especial importancia en la evaluación de embarazos incipientes, en los que las estructuras pueden ser difíciles de observar. <sup>18</sup>

### **1.3. Seguridad del Ultrasonido**

A pesar de las diferentes afirmaciones sobre la seguridad del ultrasonido obstétrico, cierta cantidad de estudios han descrito la posibilidad de efectos adversos de la ecografía en el desarrollo fetal. Estos estudios se basan principalmente en los mecanismos térmicos y de cavitación o aspiración en vacío que se producen con el uso de la ecografía, los cuales podrían de cierta manera perjudicar al feto. El índice térmico (TI), mide la absorción de las ondas de

ultrasonido por los diferentes tejidos y su conversión en calor. Un TI de 1 significa que la temperatura aumentará 1°C. Varios estudios sugieren un umbral de elevación de la temperatura central materna de 1.5°C-2°C, antes de que ocurran cambios en el desarrollo fetal. Con el uso de los equipos modernos para ecografía, usualmente la temperatura central no aumenta más de 1°C. <sup>16</sup>

La evidencia existente no relaciona el uso del ultrasonido obstétrico, con la aparición de efectos adversos tanto en la madre como en el feto. Este hecho ha permitido que el ultrasonido se utilice ampliamente en el campo de la obstetricia, haciendo incluso, en muchas ocasiones, uso indiscriminado de esta herramienta. Sin embargo como ha sido expuesto anteriormente, la ecografía es una forma de energía con efectos mecánicos y térmicos, con la consecuente posibilidad de producir efectos biológicos en los tejidos. Una revisión sistemática sobre la seguridad y efectos adversos del ultrasonido, en la cual fueron incluidos estudios realizados en animales, analizó 18 artículos en total, los cuales coincidieron en posibles efectos adversos en el producto de la gestación. Dentro de los mismos se describió que el ultrasonido puede influir en la incidencia de peso bajo al nacer. <sup>19</sup>

En otro artículo analizado en la misma revisión sistemática, se evidenció una leve asociación entre la exposición a ultrasonido y el uso preferente de mano no diestra. Sin embargo, debido a la heterogeneidad de los estudios incluidos no se pudo concluir que existiera una relación significativa entre la exposición al ultrasonido y el apareamiento de efectos adversos. Por lo que los autores concluyen que la evidencia actual no vincula significativamente al ultrasonido con efectos adversos, aun así recomiendan hacer un uso prudente de esta herramienta. <sup>19</sup> En el mundo se viven dos escenarios antagonistas, por un lado se encuentran las mujeres de países en desarrollo, de las cuales una cantidad importante, no pueden acceder a un solo estudio ecográfico durante la gestación. Y por otro lado las mujeres con abundantes recursos de países desarrollados, las cuales muchas veces hacen uso indiscriminado de la ecografía con una finalidad recreativa.

La Organización Mundial de la Salud financió una revisión sistemática y un meta-análisis para evaluar la seguridad de la ecografía y su uso durante la gestación. No se demostraron efectos adversos maternos o perinatales, alteraciones del desarrollo, físicas o neurológicas, aumento del riesgo para procesos neoplásicos o déficit intelectual, por lo que se concluyó que

la ecografía diagnóstica durante el embarazo, parece segura. A pesar de ello no se puede afirmar que no exista la posibilidad de riesgos no reconocidos.<sup>18</sup>

El Instituto Americano de Ultrasonido en Medicina (AIUM) recalca la importancia de la exclusividad del ultrasonido para fines diagnósticos durante el embarazo y que las exploraciones ecográficas no sean más de las necesarias para dicho fin. Apoya fuertemente la postura de evitar los usos no médicos de la ecografía en la gestación, reconoce que aunque los riesgos no han sido descritos o evidenciados en múltiples estudios, aún no puede darse por hecho que no existan. No se recomienda que se realicen estudios ecográficos con fines recreativos, o solo para obtener una imagen fetal. La exploración obstétrica por ultrasonido, debe limitarse a las evaluaciones de rutina y los recomendados por el Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos (ACOG) y AIUM, con 3 ecografías durante la gestación.<sup>16</sup>

#### **1.4. Modalidades del ultrasonido**

Existen diferentes modalidades para el empleo del ultrasonido, la más utilizada en obstetricia es la imagen 2D, en escala de grises a tiempo real o *ecografía en modo B*, también suele utilizarse la *ecografía en modo M*, la cual es importante en la evaluación de la vitalidad fetal con la documentación de la actividad cardíaca fetal. En esta modalidad se muestran los cambios producidos por un único haz de ultrasonidos en un periodo de tiempo. La ecografía Doppler es utilizada para evaluar la presencia, velocidad y dirección del flujo sanguíneo y es importante en la detección de anomalías del flujo de la arteria uterina que sea socia con RCIU. Debido a que esta última emplea mayor energía, lo cual teóricamente podría resultar perjudicial en la embriogenia, se recomienda que antes de las 10 semanas se registre la actividad cardíaca fetal por medio de la *ecografía en modo M*.<sup>18</sup>

#### **1.5. Cualificación del operador del ultrasonido obstétrico**

A pesar de que el ultrasonido es la modalidad de rutina para la búsqueda de anomalías fetales y posee diversas ventajas como: bajo costo, técnica no invasiva y amplia disponibilidad.<sup>20</sup> Tiene importantes limitantes y una de ellas es la dependencia al operador. La ecografía aún en manos experimentadas puede presentar dificultades en el diagnóstico de patologías

importantes, sobre todo en situaciones específicas como: obesidad materna, edad gestacional avanzada, algunas posiciones fetales que dificultan su visualización, presencia de gas intestinal o sombras acústicas en la pelvis.<sup>21</sup> Por lo que es importante y necesario que el personal que lleve a cabo las exploraciones ecográficas, esté ampliamente capacitado y conozca cómo proceder en caso se presente alguna de las condiciones mencionadas.

Básicamente las guías describen la necesidad de que el personal de salud que realice e interprete estudios ecográficos, complete 3 meses de formación con respecto a ecografía, durante la residencia, especialización tras la residencia u otra formación de posgrado. Estas guías también establecen que si no se cuenta con un programa de instrucción formal, se puede obtener la cualificación obteniendo 100 créditos de categoría I de la American Medical Association (AMA) dedicados a ecografía diagnóstica. También deben incluir en su formación, además de la participación en un programa de formación formal o de realizar cursos posgrado, la realización, evaluación e interpretación de 300 ecografías correctamente supervisadas.<sup>16,18</sup>

Lastimosamente aún es frecuente que médicos poco cualificados realicen evaluaciones ecográficas limitadas e incompletas, ocasionando fallas en la detección de patologías de importancia. Esto ocasiona que menos anomalías sean detectadas oportunamente y obstaculiza el manejo individualizado perinatal adecuado. Por ello se han establecido los aspectos de la evaluación ecográfica estándar en obstetricia, elementos que no deben obviarse ni limitarse. Es inaceptable que se pasen por alto diagnósticos importantes durante la gestación, como gestación múltiple, tumores ováricos, placenta previa, anomalías congénitas graves, entre otras, por ello se insiste en la adecuada formación de quienes lleven a cabo estos estudios de imagen.<sup>18</sup>

## **1.6. Ultrasonido del primer trimestre**

El ultrasonido del primer trimestre es útil para evaluar marcadores tempranos de aneuploidías, por ejemplo la translucidez nucal, que junto con marcadores séricos orientan hacia el diagnóstico de diversas anomalías fetales. Es durante esta etapa en la que el ultrasonido cobra especial importancia en la determinación de la edad gestacional así como en la determinación de la corionicidad en embarazos gemelares. Dentro de las ventajas de realizar

una ecografía en etapas tempranas de la gestación, se describe la facilidad de la evaluación de la totalidad del feto en un solo corte. Es durante el primer trimestre cuando el abordaje transvaginal presenta ventajas con respecto al abordaje transabdominal. Para las pacientes obesas, es en este momento cuando se presenta quizás la única oportunidad de realizar una adecuada evaluación morfológica.<sup>21</sup>

Las estructuras de embarazos tempranos son evaluables de mejor manera por medio de la ecografía transvaginal. Sin embargo, al llegar a la semana 10-12 de gestación, el útero ha aumentado su tamaño, lo suficiente como para alejar las estructuras fetales de la parte inferior de la pelvis, por lo que estas ventajas se pierden y se prefiere en ocasiones el abordaje transabdominal en la exploración por ejemplo, de la translucencia nucal, que como veremos más adelante en el desarrollo de los diferentes capítulos, es fundamental en el cribado de anomalías cardíacas fetales, así como de aneuploidías.<sup>18</sup>

El American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) así como el American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM), concuerdan en los componentes fundamentales de la exploración ecográfica del primer trimestre. Han definido estos elementos y describen que a las 4 semanas de gestación debe poder observarse el saco gestacional, a las 5 semanas el saco vitelino y la actividad cardíaca del embrión será evaluable a las 6 semanas. Al llegar a las 7 semanas ya puede definirse el polo cefálico y entre las semanas 8 y 11 aparece y desaparece la hernia intestinal fisiológica. A las 9 semanas es observable la hoz cerebral y alrededor de la semana 11 se puede ver el estómago fetal, así como la vejiga y los riñones. Con ecografía Doppler, en la semana 12 aproximadamente, puede evaluarse el flujo de los vasos umbilicales, especialmente el recorrido de las arterias umbilicales discurriendo alrededor de la vejiga. Y es en la semana 12 en la que se recomienda medir la longitud cráneo-caudal.<sup>18</sup>

La frecuencia cardíaca fetal, al inicio es relativamente lenta, aproximadamente 110 latidos/minuto, luego se eleva hasta llegar a 157 latidos/minuto. Es posible a las 13 semanas la evaluación del corazón fetal en la mayoría de las pacientes, esto depende de la posición fetal y la habilidad y entrenamiento del operador.<sup>18</sup>

Durante el primer trimestre uno de los principales problemas, es el aborto espontáneo, sin embargo, la incidencia de este disminuye en las pacientes en las que se ha evidenciado actividad cardíaca fetal. La translucencia nucal gruesa, algunas otras malformaciones estructurales, la ausencia de hueso nasal y la frecuencia cardíaca muy lenta o rápida son algunos indicadores de defectos congénitos y anomalías cromosómicas.<sup>18</sup>

Dentro de las limitantes importantes de la ecografía en el primer trimestre de gestación se pueden mencionar, la dificultad para una adecuada visualización y detección de algunas anomalías, sobre todo: óseas, cardíacas, hernias diafragmáticas y algunas malformaciones del sistema nervioso central. Una pequeña cantidad de ecografistas se encuentran familiarizados con la técnica. Además se requieren equipos con adecuada calidad tecnológica. La tasa de detección de anomalías fetales durante esta etapa es de alrededor del 20% para población de bajo riesgo y del 80% para la población con riesgo elevado para estas condiciones.<sup>21</sup> Es importante que durante etapas incipientes de la gestación se lleve a cabo una evaluación integral de la mujer gestante y un interrogatorio detallado, esto con la finalidad de detectar factores de riesgo que guíen el resto de evaluaciones en la paciente y de esta manera mejoren las condiciones de la salud materno-fetal.

### **1.7. Ultrasonido del segundo y tercer trimestre**

Es durante el segundo trimestre de la gestación cuando la ecografía obstétrica es especialmente útil en la evaluación de la biometría fetal. En esta evaluación se toman medidas de la cabeza, longitud femoral y circunferencia abdominal, así como el peso y posición fetal. La ecografía del segundo trimestre además permite el análisis y exploración de la placenta y líquido amniótico. La exploración ecográfica del tercer trimestre, posee dentro de sus objetivos, la evaluación del cordón umbilical y condiciones de la placenta, así como una estimación más exacta del peso fetal y la determinación de la posición para la planificación del parto.<sup>22</sup>

Los criterios que debe poseer la evaluación obstétrica ecográfica estándar, han sido definidos por el AIUM, el ACOG y el American College of Radiology. Se hará breve mención a cada uno de ellos en los siguientes párrafos, iniciando con la documentación de la actividad cardíaca. Como se mencionó anteriormente, para la semana 6, ya es evidente la actividad cardíaca fetal, por ello es importante evidenciarla al iniciar la exploración. Si se sospecha de

muerte fetal, esto debe confirmarse con ecografía Doppler color o de onda pulsada, con la finalidad de evitar un diagnóstico erróneo que termine en la evacuación de un producto viable.<sup>18</sup>

Seguidamente se debe realizar la evaluación del número de fetos. Al identificar más de uno, debe determinarse la corionicidad y cantidad de membranas amnióticas. Es bien sabido que fetos que comparten corion tienen mayor riesgo que fetos bicoriónicos y el riesgo aumenta aún más cuando se comparte amnios. La presentación fetal es importante para determinar la vía de resolución del embarazo, la técnica quirúrgica cambiará si se determina que el feto se encuentra transversal, puede ser necesaria una incisión vertical. Si el feto se encuentra transversal con la espalda hacia el fondo uterino, y además esta presentación coexiste con oligohidramnios, se corre un riesgo elevado de prolapso de cordón.<sup>18</sup>

Para la evaluación del volumen de líquido amniótico deben conocerse los parámetros para definir polihidramnios, oligohidramnios y para establecer un volumen de líquido amniótico normal. Para ello se emplea usualmente el índice de líquido amniótico (ILA), que representa la suma de las medidas de las bolsas verticales más profundas de líquido en cada uno de los cuadrantes uterinos. Se define polihidramnios cuando el ILA es mayor a 24 cm y oligohidramnios, cuando este es inferior a 5cm. Un método más sencillo para ello es la medición del acúmulo único más profundo. Se diagnostica polihidramnios y oligohidramnios, cuando este mide más de 8 cm y menos de 2 cm, respectivamente. Además de sus implicaciones en el manejo y pronóstico del embarazo, la determinación del volumen de líquido amniótico es importante porque se ha demostrado ampliamente la coexistencia de polihidramnios con malformaciones o síndromes genéticos, está descrito que la incidencia de estos con polihidramnios leve, moderado y severo es de 8,12 y 13% respectivamente.<sup>18</sup>

En la evaluación de la placenta y el cordón umbilical es esencial determinar la implantación placentaria. Si a las 16 semanas de gestación, se observa que la placenta se encuentra a 2 cm o más del orificio cervical interno, se considera una placentación normal. Es frecuente que durante las 18-32 semanas, la placenta cubra o se encuentre en el borde del orificio interno en el 2% de las pacientes, sin embargo la mayoría de estos casos resuelven en el progreso del embarazo. En la exploración del cordón umbilical es importante que se confirme la presencia de dos arterias y una vena. En esta evaluación cobra especial importancia la ecografía Doppler, ya que con ella se podrá evaluar la existencia de las tres estructuras, el flujo

en ellas y su velocidad. Un 0.5% de los fetos cuenta con una única arteria umbilical. Se tiene evidencia de la asociación entre la presencia de esta anomalía y otras malformaciones, especialmente malformaciones cardíacas y renales, por lo que al determinar que el producto cuenta con una única arteria umbilical, se debe indicar una evaluación detallada. <sup>18</sup>

Es necesario que en toda evaluación obstétrica por ultrasonido, se realice una valoración del útero y sus anexos. Es frecuente que se inicien gestaciones sin conocimiento de anomalías estructurales que muchas veces pueden perjudicar el mantenimiento de la gestación y el producto, ejemplo de esto es la fibromatosis uterina. Los fibromas o leiomiomas son usualmente confundidos con contracciones uterinas, estas suelen presentarse durante el segundo trimestre. Por lo que es importante que el ecografista aprenda a diferenciarlos, tomando en cuenta que la tasa de complicaciones en presencia de fibroides. <sup>18</sup>

Del cuello uterino es importante determinar su longitud mediante un abordaje transvaginal, está descrito que un cuello uterino corto se asocia a una elevada probabilidad de parto pretérmino. Se ha establecido que ante una longitud cervicouterina inferior a 25mm en la exploración ecográfica entre las semanas 18-20, se debe referir a la paciente para una exploración especializada. Los anexos uterinos, pueden ser difíciles de observar durante el segundo y tercer trimestres de gestación, debido a la transposición intestinal. Sin embargo cuando existe un tumor ovárico de tamaño significativo, este puede observarse. Es importante reconocer los signos ecográficos de malignidad en una masa detectada, como lo son los tabiques y septos, presencia de líquido complejo, calcificaciones y áreas con densidad distinta en el mismo tumor. Las neoplasias más frecuentes en la gestación son los teratomas quísticos benignos. <sup>18</sup>

En la evaluación de la anatomía fetal cobra especial importancia que se exploren con orden y detenimiento cada uno de los elementos de esta, para no pasar por alto anomalías importantes. Debido a que las malformaciones fetales pueden encontrarse hasta en un 90%, en pacientes de bajo riesgo, es necesario que los ecografistas conozcan ampliamente la anatomía fetal normal, para no obviar las alteraciones que puedan hallarse. Las pacientes que tienen evidencia de riesgo elevado para defectos congénitos, deben someterse a exploraciones especializadas, aunque todas las ecografías de rutina deben incluir una evaluación anatómica completa. <sup>18</sup>

En México la norma con respecto al tiempo ideal para llevar a cabo la exploración ecográfica del segundo trimestre, es que esta se lleve a cabo durante las semanas 18-22 de gestación. La Norma Oficial Mexicana, establece que para mejorar la detección de anomalías que pueden pasar desapercibidas en etapas más tempranas o que tiene un desarrollo posterior en la gestación, se realice la ecografía del tercer trimestre en la semana 30 de embarazo. Estas recomendaciones se corresponden con las recomendaciones de guías internacionales.<sup>21</sup>

### **1.8. Determinación de edad gestacional por ecografía**

En países desarrollados es rutinario, ofrecer a las pacientes al menos una ecografía en la primera mitad del embarazo, esto con la finalidad de determinar la edad gestacional de forma correcta, ya que este parámetro es uno de los más importantes en la atención prenatal.<sup>18</sup>

En embarazos tempranos, la edad gestacional suele establecerse con la medición del saco gestacional y esto se hace de forma bastante exacta. El saco crece alrededor de 1mm/día y se puede determinar la edad gestacional, añadiendo 30 al diámetro medio del saco (en milímetros) con esta fácil operación matemática obtendremos una estimación de la edad gestacional en días.<sup>18</sup>

Uno de los parámetros con mayor antigüedad, que se utiliza de forma confiable hoy en día, es el diámetro biparietal (DBP), este puede medirse a partir de las semanas 12-13, cuando el cráneo se ha osificado y su variabilidad en el cálculo de la edad gestacional entre las 14-21 semanas es de +/- 7 días. Otras medidas que se usan de forma rutinaria desde finales del primer trimestre son la longitud femoral (LF), circunferencia abdominal (CA) y la circunferencia cefálica (CC). La máxima longitud embrionaria puede ser medida entre las semanas 6-10, sin embargo al partir de las 14 semanas de gestación la longitud cráneo-caudal (LCC) se vuelve menos exacta, esto debido a la posición flexionada del feto. Pasados el primer trimestre se utilizan un conjunto de medidas que han sido aceptadas como las más adecuadas para estimar la edad fetal, siendo estas, el DBP, la CA, la CC y la CF.<sup>18</sup>

Se ha establecido que la medición del embrión precoz, ya sea utilizando su longitud máxima o la LCC, es el mejor método para la determinación de la edad gestacional. Esto se debe en buena medida al gran cambio relativo en su tamaño, semana con semana y a la poca variación entre embriones incipientes respecto a su velocidad y tasa de crecimiento.<sup>18</sup>

### **1.9. Utilidad diagnóstica en el cribado de malformaciones fetales**

Desde los años ochenta, principios de los 90, varias instituciones describieron una tasa de detección de anomalías congénitas de más del 75%. Se estima que la mayoría de las malformaciones graves son detectables por medio del ultrasonido estándar. Sin embargo con el paso del tiempo algunos estudios, han puesto en duda la sensibilidad de la ecografía para dicho fin. En un estudio reportado en 1993 por el Routine Antenatal Diagnostic Imaging with Ultrasound Study (RADIUS), en el cual se tomaron en cuenta 15,000 mujeres para el cribado de malformaciones fetales, únicamente fueron diagnosticadas 17% de los defectos graves antes de las 24 semanas de gestación y se detectaron globalmente únicamente el 35% de estas.<sup>18</sup>

Un estudio más reciente que abarcó 200,000 pacientes para el tamizaje de malformaciones fetales, el estudio Eurofetus, se detectaron 61% de productos con algún defecto congénito, y esta sensibilidad aumentó para fetos con defectos graves, con una tasa de detección del 74%. En este mismo estudio se determinaron las diferencias en la detección dependiendo el sistema afectado, en el caso de las malformaciones del aparato urinario y sistema nervioso central se detectó el 88% de estas. Únicamente se detectó el 18% de los casos de paladar y labio hendidos. El ultrasonido fue útil para detectar el 18% de los defectos musculoesqueléticos menores y el 21% de las malformaciones cardíacas.<sup>18</sup>

El Workshop on Fetal Imaging del National Institute of Child Health and Human Development (NICHD) determinó en su informe publicado en 2014, que el rango para la detección de malformaciones es amplio, del 16-44% antes de las 24 semanas de gestación, este porcentaje se eleva cuando se trata de anomalías graves, siendo de hasta el 84%. La tasa de detección es mayor en centros especializados y con experiencia en el diagnóstico de malformaciones fetales para mujeres de alto riesgo. Es importante que para el cribado de los defectos fetales, se tome en cuenta la edad gestacional. A pesar de que la mayoría de defectos

graves, como la anencefalia o malformaciones importantes de la pared abdominal son fácilmente detectables desde finales del primer trimestre, la realidad para defectos quizás menos evidentes es distinta, estos suelen evidenciarse en etapas más avanzadas del embarazo. <sup>16,18</sup>

Una evaluación detallada de la anatomía fetal, usualmente se realiza cuando la paciente posee factores de riesgo para malformaciones fetales. La anomalía puede sospecharse al interrogar sobre la historia clínica, al obtener resultados anormales de pruebas de laboratorio de rutina en la gestación o ante anomalías en otras pruebas de cribado. <sup>16</sup>

Un consenso sobre el mejor abordaje para beneficio costo-efectividad, sobre el periodo ideal en las gestaciones de bajo riesgo para realizar el cribado de malformaciones fetales, es la realización de la exploración ecográfica anatómica durante las semanas 18-21. Es en esta edad gestacional cuando se pueden observar de mejor manera, los órganos principales en el feto. Limitantes como la posición fetal o la cantidad de tejido adiposo materno, pueden dificultar la visión óptima de las estructuras, en estos casos está indicada una segunda cita para exploración ecográfica de la paciente. <sup>16,18</sup>

#### **1.10. Utilidad diagnóstica de la ecografía en la detección de defectos cardiacos congénitos.**

Los defectos cardiacos congénitos (CDH) son las anomalías estructurales fetales más comunes, ya sea aislados o acompañados de otras malformaciones anatómicas, estas se encuentran fuertemente ligadas a anomalías cromosómicas. Según la Fetal Diagnosis and Therapy, la prevalencia de estas patologías es alrededor de 3 a 12 por cada 1000 embarazos. Los casos de mayor riesgo para defectos cardiacos congénitos, usualmente poseen: 1) historia familiar u obstétrica de CHD, 2) evaluación básica del corazón fetal, durante el primer trimestre anormal, 3) presencia de marcadores indirectos de CHD, como el incremento de la translucidez nucal, flujo anormal en el ductus venoso o regurgitación la tricúspide, 4) anomalías cromosómicas, 5) otros defectos estructurales asociados 6) embarazos gemelares monocoriónicos, 7) asistencia reproductiva, por métodos artificiales. (8) La valoración del corazón fetal suele llevarse a cabo durante el segundo trimestre de gestación, como parte de la

evaluación morfológica y estructural de la anatomía fetal. En las semanas 11-14 se realiza una exploración de las 4 cámaras cardíacas, así como el estudio Doppler de ductus venoso y válvula tricúspide y se evalúan hallazgos indirectos de cardiopatía congénita, como la translucidez nuchal.<sup>23</sup>

Con el pasar de los años se ha creado conciencia sobre la importancia del cribado de anomalías cardíacas congénitas por medio de la evaluación precoz de la anatomía cardíaca ya que esto podría mejorar el resultado perinatal. La evaluación completa del corazón fetal debe ser considerada parte de la evaluación de rutina a partir de las semanas 11-14. Actualmente se reconoce que la vista de las cuatro cámaras cardíacas no basta para detectar defectos en el corazón fetal, sino es necesaria la evaluación en conjunto con los tractos de salida. Esto ha dado lugar a un incremento en la detección de estas anomalías y a una mejor perspectiva del diagnóstico y el manejo perinatal. En una revisión realizada por DeVore, de tres estudios en los cuales únicamente se evaluaron las cuatro cámaras cardíacas, se detectó solo el 5% de los defectos. En un estudio más reciente realizado en Noruega en que se evaluaron a 30 000 pacientes, con la exploración no solo de las cuatro cámaras, sino también de los tractos de salida, se detectaron el 57% de las anomalías cardíacas. Debido a estos antecedentes actualmente el ACOG y el AIUM, indican que deben realizarse los esfuerzos pertinentes para obtener imágenes de buena calidad de las cuatro cámaras cardíacas y de los tractos de salida.

8,18

En conclusión, el ultrasonido obstétrico es una herramienta inocua, accesible, económica y por lo tanto es una pieza clave del control prenatal para diagnóstico de malformaciones fetales. Por lo que es recomendable con base en lo establecido por las guías internacionales, que se realice un ultrasonido en cada trimestre de la gestación. El ultrasonido a pesar de sus numerables ventajas, también posee importantes limitantes, como la dependencia del operador, en relación a la experiencia y cualificación del mismo. Así como la disponibilidad de equipos adecuados para llevar a cabo una evaluación óptima. Factores como la obesidad materna y la edad gestacional pueden intervenir en la obtención de imágenes de buena calidad. Se ha reportado una sensibilidad de más del 75% para el diagnóstico de anomalías congénitas. Y se recomienda realizar un cribado para la detección de malformaciones anatómicas entre la semana 18-22. A pesar de que la detección de anomalías cardíacas congénitas por ultrasonido continúa siendo baja y que constituye una de las malformaciones más difíciles de diagnosticar, la formación y capacitación continua, así como la implementación en algunos centros del

reporte de la evaluación del corazón fetal en la ecografía de rutina del segundo trimestre, y la derivación para la evaluación especializada para aquellas pacientes con riesgo de malformaciones cardíacas, son algunas de las estrategias que han demostrado elevar las tasas de detección de estas condiciones.<sup>23</sup>

## **CAPÍTULO 2. Anomalías cardíacas congénitas**

### **SUMARIO**

- Epidemiología
- Factores de riesgo
- Tipos y clasificación
- Fisiopatología
- Clasificación clínico patológica
- Complicaciones
- Manejo inicial postnatal

Las cardiopatías congénitas son defectos anatómicos y funcionales, estos pueden ser diagnosticados durante el periodo antenatal o postnatal. La clasificación de estas varía según su presentación asociada o aislada, su gravedad y posibilidad de tratamiento y su fisiopatología. Existen factores de riesgo relacionados con las cardiopatías congénitas, estos básicamente pueden ser familiares, maternos o fetales. La mayoría de los recién nacidos que presentarán al nacimiento una anomalía cardíaca congénita, no presentarán ningún factor de riesgo. Las complicaciones y manejo dependerán de la severidad del defecto. A continuación, se describen las principales características de esta condición.

### **2.1. Epidemiología**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el Continente Americano, las anomalías congénitas son la segunda causa de muerte en niños menores de 5 años. A nivel global, se estima que 1 de cada 33 niños son afectados con alguna anomalía congénita y estas causan 3.2 millones de discapacidades al año. Se estima que en el primer mes de vida, más de 270 000 recién nacidos fallecen por alguna anomalía o defecto congénito. Y que además las anomalías se posicionan en la cuarta causa de muerte neonatal, seguida por las complicaciones de un parto prematuro e infecciones neonatales.<sup>24</sup> Dentro de las malformaciones congénitas al nacer, el porcentaje de las que son cardiopatías congénitas cambia según el país. A pesar de ello, las cardiopatías congénitas se ubican dentro de las principales causas de morbilidad.

Hasta un tercio de las anomalías congénitas son de origen cardíaco, por lo que se estima que 1,3 millones de recién nacidos en el mundo tienen alguna cardiopatía congénita. Las cardiopatías congénitas involucran alta mortalidad por tratamiento inadecuado durante el primer año de vida, especialmente en los países más pobres. En Latinoamérica, se calcula que nacen cada año 54 000 niños con cardiopatías congénitas y de estos, 41 000 requieren algún tipo de tratamiento, pero desafortunadamente solo son intervenidos 17,000. <sup>25</sup>

En general, de 4 a 13 pacientes por cada 1000 nacidos vivos padecen de alguna malformación cardíaca congénita.<sup>7</sup> En promedio 6 de cada 1000 nacidos presentan una anomalía cardíaca congénita, incluyendo en este dato, malformaciones graves y las que pueden pasar desapercibidas. Al respecto de estos datos es importante mencionar que un 20% de los defectos cardíacos pueden no ser diagnosticados incluso con la realización de una ecografía prenatal y exploración física postnatal. Según la Asociación Española de Pediatría, el 30% de los defectos congénitos cardíacos se diagnostican tardíamente. <sup>26</sup>

En un estudio realizado en Colombia, se indagó información de los expedientes de 405 408 recién nacidos registrados en el Programa de Vigilancia y Seguimiento de Niños con Anomalías Congénitas de la Secretaría de Salud de Bogotá del 2001 al 2014. Se reportó que del total de recién nacidos, el 46% de estos eran de sexo femenino y el 53% correspondían al sexo masculino, evidenciando una leve tendencia masculina. Las cardiopatías se clasificaron en aisladas, complejas y asociadas. De las cuales 397 eran aisladas, 142 se asociaron con malformaciones extracardíacas y 74 fueron complejas. <sup>27</sup>

La Revista Pediátrica de Guatemala en 2017, publicó un artículo en el que se describió que las cardiopatías congénitas son la malformación más común presentada al nacimiento, con una incidencia cercana al 1%, es decir 8 a 11 de cada 1000 nacidos vivos. Con una tasa de mortalidad de 6 a 8 % en menores de un año. Datos aportados por UNICAR en el 2010, indican que en Guatemala de 3,935 casos anuales de anomalías cardíacas congénitas, 1308 (35%) corresponden a lesiones graves, que ameritan atención quirúrgica en el lactante, con predominio de las cardiopatías cianógenas (75%) en relación a las cardiopatías acianógenas (50%). <sup>28,29</sup>

En Estados Unidos se reporta un 5% de incidencia de malformaciones congénitas, y las malformaciones cardíacas congénitas se ubican entre las anomalías neonatales de mayor prevalencia. Alrededor del 1% de los lactantes presentan formas significativas de cardiopatías congénitas, diagnosticadas durante el primer año de vida. En Europa, las cardiopatías congénitas representan el 28% de las malformaciones prenatales. <sup>30,31</sup>

## **2.2. Factores de riesgo**

Con el objetivo de realizar oportunamente el diagnóstico de cardiopatías congénitas, se realizaron estudios en los que se evidenció que existen factores maternos, familiares y fetales que pueden predisponer al feto a padecer alguna anomalía cardíaca congénita.

**2.2.1. Factores maternos:** diabetes mellitus es uno de los factores asociados, se ha evidenciado que puede llegar a duplicar o triplicar el riesgo de que el feto padezca de alguna malformación congénita. Se ha descrito que el riesgo es proporcional a los niveles de hemoglobina glicosilada y podría originar casos de hipertrofia septal o miocardiopatía hipertrófica debido al hiperinsulinismo. <sup>32,33</sup>

Las enfermedades autoinmunes incrementan el riesgo de cardiopatías congénitas, por ejemplo, la presencia de anticuerpos anti-Ro en el síndrome de Sjögren o lupus eritematoso sistémico (LES), representan un aumento del riesgo fetal para presentar bloqueo auriculoventricular completo en un 1 a 2%. Las Infecciones maternas como varicela y rubeola incrementan el riesgo para defectos estructurales del corazón. Los agentes químicos a los cuales la madre gestante puede exponerse, están relacionados a cardiopatías congénitas por efectos teratogénicos. Dentro de los más frecuentemente asociados se menciona el alcohol, litio, isotretinoína, misoprostol y algunos anticonvulsivantes como el fenobarbital y ácido valpróico. <sup>32,33</sup>

**2.2.2. Factores familiares:** se debe indagar en la historia familiar sobre cardiopatías congénitas, el aumento de riesgo para que el feto presente una malformación cardíaca congénita, es dependiente del tipo de cardiopatía y la cantidad de personas afectadas en la

familia. El riesgo se eleva en 10-15%, si la portadora es la madre y si es el padre, en un 2%.

32,33

**2.2.3. Factores fetales:** los embarazos monocigotos tienen un riesgo más alto de presentar defectos congénitos por su particular embriogénesis. En países desarrollados se realiza un tamizaje en el segundo trimestre entre la semana 20 y 24 con el objetivo de identificar anomalías congénitas en todos los fetos, ya que se ha visto que es en ese periodo donde se pueden diagnosticar y tratar oportunamente. Cualquier hallazgo en el tamizaje inicial sugestivo de anomalías cardíacas es indicación para realizar una exploración especializada con un ecocardiograma fetal. <sup>33,34</sup>

Las cromosomopatías están vinculadas a la presentación de cardiopatías congénitas. Existe una lista de mutaciones puntuales que causan cardiopatías congénitas y una cantidad considerable de síndromes asociados al hallazgo de una malformación cardíaca. Por eso es importante la evaluación meticulosa cardíaca al evidenciar un dismorfismo. <sup>28,30</sup> Algunos síndromes asociados son el síndrome de Turner (monosomía del X), con coartación de la aorta. Síndrome de Down (trisomía 21) con canal auriculoventricular, Síndrome de Williams, con estenosis valvular o supravavular pulmonar. Síndrome de DiGeorge (microdelección 22q11.2), con anomalías conotruncuales. Otros síndromes asociados son: Síndrome de Alagille, Noonan y Holt-Oram. La evaluación genética es útil ya que no solo aporta información pronóstica, también es útil para proveer asesoría a los padres y valoración del tratamiento oportuno. <sup>33,34</sup>

### 2.3. Tipos y clasificación

Basado en lo descrito por varios autores, se han clasificado las cardiopatías congénitas con fines estadísticos en: aislada, compleja o asociada a alguna malformación extracardiaca. La cardiopatía congénita aislada se define como aquella con una única malformación cardíaca. La cardiopatía congénita compleja se define por la presencia de dos malformaciones cardíacas y polimalformados con tres malformaciones cardíacas o más. Y la asociada a malformaciones extracardiacas, aquella que como su nombre lo indica presenta una malformación cardíaca junto con otra malformación no perteneciente al corazón, como suele pasar con algunas

cromosomopatías.<sup>35</sup> Esta clasificación se realizó con el fin de limitar estas condiciones a grupos para enfoques de estudio.

Otras clasificaciones consideran las cardiopatías congénitas según su gravedad, se puede dividir las cardiopatías congénitas críticas, potencialmente críticas y no críticas. En la evaluación de las cardiopatías congénitas, lo primordial es orientarse en relación con el grupo de estas afecciones que presentan caracteres comunes, para, que en fases posteriores, se pueda llegar al diagnóstico más preciso con la ayuda de las evaluaciones complementarias.<sup>36</sup>

La clasificación de EUROCAT, conocida como una red de registros poblacionales para la vigilancia epidemiológica de anomalías congénitas en Europa, clasifica las cardiopatías congénitas según su gravedad clínica y vital.<sup>30</sup>

**Tabla No.1 Clasificación de EUROCAT para cardiopatías congénitas.**

<b>Clasificación de Cardiopatías Congénitas según la EUROCAT.</b>	
Cardiopatías leves	Comunicación interventricular Comunicación interauricular Estenosis pulmonar
Cardiopatías graves	Atresia pulmonar Truncus arteriosus Canal auriculoventricular Estenosis aórtica Transposición de grandes vasos Tetralogía de Fallot Drenaje venoso pulmonar anómalo total

	<p>Coartación aórtica</p> <p>Ventrículo derecho de doble salida</p> <p>Cor triatriatum</p> <p>Estenosis subaórtica</p> <p>Malformaciones arterias coronarias</p> <p>Atresia arteria aorta</p> <p>Interrupción arco aórtico</p> <p>Drenaje venoso pulmonar anómalo parcial</p>
Cardiopatías muy graves	<p>Ventrículo único</p> <p>Ventrículo izquierdo hipoplásico</p> <p>Atresia pulmonar con septo integro</p> <p>Enfermedad de Ebstein</p> <p>Atresia tricúspide</p>

\*Fuente: tabla modificada y traducida, basada en la clasificación de EUROCAT <sup>30</sup>

Es importante considerar si el defecto o malformación cardíaca diagnosticada es mayor o menor que las anomalías congénitas mayores indican riesgo vital y necesidad de intervención quirúrgica inmediata. Mientras que las menores, no representan riesgo vital y no afectan en la calidad y esperanza de vida. <sup>37</sup>

Dentro de las anomalías incompatibles con la vida se encuentran: ectopia cordis (formación del corazón afuera del torax), pentalogía de Cantrell (múltiples malformaciones en diafragma, pared abdominal, pericardio, corazón y esternón) y se consideran extremadamente graves e incurables: formas graves de anomalía de Ebstein, con insuficiencia tricúspide severa y gran cardiomegalia, hipoplasia de cavidades izquierdas, isomerismo derecho, canal atrioventricular completo con bloqueo atrioventricular completo, en el contexto de isomerismo izquierdo, cualquier cardiopatía estructural que se acompañe de fracaso cardíaco, miocardiopatías con fracaso cardíaco. <sup>37</sup>

Según su derivación de flujo y fisiopatología, se consideran 3 categorías principales:

- Malformaciones causantes de derivación de izquierda a derecha: esto quiere decir que en lugar de seguir un flujo en circuito, la sangre realiza un desvío del corazón izquierdo al derecho. En estas existe un incremento del flujo sanguíneo pulmonar pero inicialmente no se asocia cianosis. Las patologías más relacionadas son comunicación interauricular (CIA), comunicación interventricular (CIV), y conducto arterioso persistente (CAP).<sup>31</sup>
- Malformaciones causantes de derivación de derecha a izquierda: cuando una comunicación anómala permite el paso de la sangre no oxigenada (corazón derecho) a la irrigación sistémica (o al corazón izquierdo), dentro de las que se pueden mencionar: tetralogía de Fallot, transposición de grandes arterias, tronco arterial persistente, atresia tricúspidea y conexión venosa pulmonar anómala total. Estas patologías suelen causar cianosis marcada.<sup>31</sup>
- Malformaciones causantes de obstrucción: estas se presentan cuando hay estrechamientos anómalos de cavidades, válvulas o vasos sanguíneos como coartación de la aorta y estenosis de las válvulas aortica y pulmonar. Pudiendo llegar a atresia.<sup>31</sup>

## **2.4. Fisiopatología**

Circulación fetal y su transición: para comprender la clasificación clínico-patológica, es necesario hacer una breve explicación de la circulación fetal. En esta inicialmente existen 3 cortocircuitos fisiológicos prenatales que permiten una circulación donde la placenta es el principal suministro de oxígeno y nutrientes para el feto: 1) el agujero oval, el cual permite que la sangre rica en oxígeno y en nutrientes pase de la aurícula derecha a la aurícula izquierda para que luego pase al ventrículo izquierdo, 2) el conducto arterioso, el cual es un vaso que conecta la arteria pulmonar con la aorta, este es de gran importancia ya que permite que un porcentaje de sangre no oxigenada proveniente de la vena cava superior, llegue al ventrículo derecho. Una cantidad pasa hacia los pulmones (en este momento no funcionales) por medio de la arteria pulmonar y una menor cantidad de regreso a la aorta por medio del conducto

arterioso, que se mezcla con la sangre oxigenada y 3) el conducto venoso, donde la vena umbilical lleva sangre rica en oxígeno a la vena cava inferior para que sea distribuida en el cuerpo fetal y las arterias umbilicales recojan de la arteria abdominal la sangre mezclada de regreso a la placenta.<sup>34</sup>

En el periodo prenatal los órganos que menor flujo sanguíneo reciben son el hígado, los pulmones y los intestinos. Y la sangre con mayor suministro de oxígeno, viaja al cerebro y al corazón del feto.<sup>34</sup>

Al momento del nacimiento ocurren varios cambios que permiten la adaptación de la circulación fetal a una extrauterina. Ocurren tres eventos que permiten la transición: el primer ocurre con la primera respiración del recién nacido y el pinzamiento del cordón umbilical, el segundo cuando el pulmón absorbe el líquido que se encuentra en los alveolos y se da el primer intercambio gaseoso y tercero cuando los vasos pulmonares que es encontraban contraídos se dilatan y permiten que los circuitos como el agujero oval y el conducto persistente se cierren gradualmente. Esto puede demorar alrededor de 10 minutos, en los que el recién nacido presentará una saturación alrededor del 90%, tardará varias horas para que el líquido pulmonar se absorba, pasarán aproximadamente de 24 a 48 horas hasta la primera semana de vida, para que el conducto arterioso se cierre; y de días a semanas para que la relajación de los vasos pulmonares ocurra por completo.<sup>38</sup>

**2.5. Clasificación clínico-patológica:** la clasificación más utilizada para explicar las cardiopatías congénitas es por la clínica del cuadro neonatal, por sintomatología acianótica o cianótica.

**2.5.1. Cardiopatías acianóticas:** no se presentan con cianosis, pero pueden presentarse con soplo en el recién nacido. A su vez se dividen según la persistencia del cortocircuito de izquierda a derecha y se subclasifican en flujo pulmonar disminuido u obstructivas:<sup>39</sup>

Flujo Pulmonar Izquierda a derecha:

- Comunicación interauricular
- Comunicación interventricular
- Conducto arterioso persistente
- Canal auriculo-ventricular

Obstructivas:

- Estenosis aortica
- Coartación aortica
- Estenosis valvular pulmonar
- Hipoplasia del ventrículo izquierdo. <sup>34, 39</sup>

**2.5.2. Cardiopatías cianóticas:** se presentan con cianosis y lo hacen debido a un cortocircuito derecha-izquierda. Este cortocircuito ocasiona mezcla de los retornos venosos, pulmonar y sistémico, que puede suceder entre las aurículas, ventrículos o grandes vasos. Estos defectos pueden subclasificarse por la cantidad de sangre pulmonar asociada. Las cardiopatías cianóticas se subclasifican en flujo pulmonar disminuido, obstructivas y flujo pulmonar aumentado o con falta de mezcla o mezcla total: <sup>34,39</sup>

Flujo pulmonar disminuido u obstructivas:

- Tetralogía de Fallot
- Atresia pulmonar
- Atresia tricúspidea con estenosis pulmonar
- Anomalía de Ebstein

Mezcla total:

- Drenaje pulmonar venoso anómalo
- Ventrículo único o
- Atresia tricuspídea sin estenosis pulmonar
- Truncus arterioso

Falta de mezcla:

- Trasposición de grandes vasos. <sup>34,39</sup>

## 2.6. Complicaciones

Dependiendo de la patología cardíaca y su gravedad, el recién nacido puede nunca presentar ninguna complicación, o por el contrario incluso llegar a un fallo cardiovascular. La presentación de las complicaciones, también es dependiente del tiempo del diagnóstico y el tipo de resolución y tratamiento brindado. <sup>40</sup>

**2.6.1. Endocarditis:** los neonatos con cardiopatías congénitas con alto flujo, junto con aquellos postcateterismo cardíaco intravascular por periodos prolongados, pertenecen al grupo de riesgo predominante para presentar endocarditis neonatal. Aunque, las cardiopatías congénitas son un factor de riesgo importante, por lo general la endocarditis se presenta fuera del periodo neonatal. <sup>41</sup> Según la American Heart Association, (AHA) es recomendable la profilaxis antibiótica, ya que se ha diagnosticado endocarditis en las siguientes situaciones: cardiopatía congénita cianótica no reparada, reparada durante los primeros 6 meses de postoperatorio donde se utilizaron materiales protésicos o parches y uso de válvula mecánica bioprostésica. <sup>40</sup>

**2.6.2. Complicaciones neurológicas:** se suelen presentar abscesos cerebrales y accidentes cerebrovasculares como las dos principales, presentando como sintomatología convulsiones y hemiparesia. <sup>42</sup>

**2.6.3. Insuficiencia cardíaca congestiva:** suele presentarse en las cardiopatías de gran gravedad y riesgo vital importante. Su sintomatología incluye: taquicardia, a menudo con jadeos, y aumento de peso deficiente, hasta evolucionar a falla cardíaca. <sup>40</sup>

**2.6.4. Arritmias:** Suelen presentarse más frecuentemente en los niños ya tratados por cirugía. Esto puede deberse por el mismo defecto o como secuela del tratamiento quirúrgico. <sup>32</sup>

**2.6.5. Retraso en el crecimiento y desarrollo:** suelen verse afectados en niños que presentan defectos cardiacos graves. Presentando retraso en el desarrollo físico e intelectual y de igual forma que la ganancia de peso y talla. <sup>32</sup>

**2.6.6. Hipertensión pulmonar:** del tipo 1, es una de las complicaciones más frecuentes en las cardiopatías congénitas. Esta puede acompañarse de arritmias, fibrilación auricular e insuficiencia cardiaca, que pueden presentarse en el momento agudo de la patología. <sup>43</sup>

**2.6.7. Problemas psico-emocionales:** al crecer, estos niños pueden llegar a desarrollar inseguridad y frustración por las restricciones en las actividades o a las dificultades de aprendizaje secundarios al padecimiento cardiaco. Por lo que es recomendable llevar seguimiento multidisciplinario. <sup>32</sup>

Las complicaciones y repercusiones de las anomalías cardiacas congénitas no son únicamente médicas, también se ven afectados aspectos económicos y sociales. La mayoría de neonatos con alguna malformación cardiaca debe continuar su seguimiento y supervisión médica por el resto de la vida, ya que se pueden presentar crisis hipercianóticas y sintomatología como taquipneas y disnea, por lo que es conveniente la vigilancia. <sup>32</sup>

## **2.5. Manejo inicial postnatal**

En el periodo postnatal, las cardiopatías congénitas que requieren cateterismo o cirugía de urgencia, como la hipoplasia de ventrículo izquierdo con tabique interauricular intacto, requieren que el parto sea planificado en centros o su derivación a estos. Las cardiopatías congénitas que dependen del mantenimiento del ductus permeable deben iniciar el tratamiento en la Unidad de Cuidados Intensivos de Neonatos (UCIN), con la administración de prostaglandinas. Las estrategias de tratamiento para las cardiopatías congénitas acianóticas dependerán de presentación clínica y de su fisiopatología. Se deberá considerar inicialmente la disminución del volumen minuto sistémico, la hipertensión pulmonar y el edema pulmonar. <sup>44</sup>

Las estrategias diagnósticas y terapéuticas en las cardiopatías congénitas cianóticas inician con la evaluación de los posibles diagnósticos diferenciales, para la cianosis. Es frecuente que otras patologías ocasionen cianosis, por ejemplo: el síndrome de hipertensión pulmonar persistente del recién nacido o la metahemoglobinopatía (cianosis con saturación y PaO<sub>2</sub> normal que requiere tratamiento específico). El test de hiperoxia ayuda a determinar el origen de la cianosis; la hipoxemia se define como la PO<sub>2</sub> arterial menor de 60-70 mmHg respirando oxígeno al 100 % por un período de 10 minutos.<sup>44</sup>

La oximetría de pulso no debe emplearse para la interpretación del test de hiperoxia ya que no puede detectar el incremento de la PO<sub>2</sub> arterial (curva de disociación de la Hb). Cuando hay cortocircuito de derecha-izquierda, el aumento de la PO<sub>2</sub> con administración de oxígeno es escasa o nula. La administración de oxígeno al recién nacido con cianosis debe realizarse con monitorización constante y se debe evaluar la respuesta en cada caso sobre todo conociendo que el exceso de oxígeno puede ser dañino debido a producción de superóxidos y radicales libres. También se debe recordar que el exceso de oxígeno puede ocasionar el cierre del ductus o el descenso brusco de la resistencia pulmonar.<sup>44</sup>

Una diferencia por encima del 5 % entre el oxímetro de pulso colocado en la mano derecha (preductal) y los miembros inferiores indica hipertensión pulmonar. La radiografía de tórax se utiliza para delimitar el tamaño del corazón y determinar si la vasculatura pulmonar se encuentra incrementada o disminuida. La evaluación con electrocardiograma (EKG), determina la frecuencia cardíaca, el ritmo, el eje, los intervalos, la progresión de las ondas R, ondas P y la morfología de las ondas S y T, al mismo tiempo permite determinar si hay isquemia, dilatación auricular o hipertrofia ventricular. El ecocardiograma es un método de diagnóstico no invasivo muy eficaz para evaluar la anatomía cardiovascular y la función miocárdica, el tipo de defecto así como su repercusión hemodinámica.<sup>44</sup>

Es importante que se realice un diagnóstico temprano de las cardiopatías congénitas ya que estas pueden estar relacionadas a trastornos cromosómicos y ser un elemento más de un síndrome que afecte al feto. Las anomalías cardíacas congénitas se clasifican según presentación aislada o asociada a otra patología, según su gravedad y capacidad de ser

tratadas y según su fisiopatología. Existen factores de riesgo maternos como: antecedente de enfermedades autoinmunes y uso de drogas; familiares, como: antecedente de cardiopatía congénita; y fetales, como: cromosomopatías. Estos factores se encuentran ligados al padecimiento de defectos cardíacos congénitos. El diagnóstico definitivo del defecto cardíaco así como el manejo temprano del mismo será de gran utilidad para el mejoramiento del pronóstico fetal y asesoría a los progenitores. La complicación aguda más severa, es la insuficiencia cardíaca que puede culminar en falla cardíaca y muerte. Dentro de las directrices del manejo post natal se recomienda la antibioticoterapia profiláctica para endocarditis. El tratamiento de las malformaciones cardíacas representa elevados costos para la salud pública, sin embargo los beneficios que se obtienen del diagnóstico temprano, son realmente significativos en relación al manejo organizado, oportuno e interdisciplinario del feto afectado y la madre.

## **Capítulo 3. Uso del ultrasonido obstétrico en la detección prenatal de defectos cardiacos congénitos.**

### **SUMARIO**

- Evaluación del corazón fetal
- Evaluación ecográfica del corazón fetal en el primer trimestre y fases iniciales del segundo trimestre
- Evaluación ecográfica del corazón fetal en el segundo trimestre
- Vigilancia Epidemiológica de Defectos Congénitos
- Detección por ultrasonido de anomalías cardiacas congénitas en países en desarrollo de Latinoamérica y países desarrollados de América del Norte y Europa

Los defectos cardiacos son las anomalías congénitas más frecuentes, estas están presentes en el 1% de los recién nacidos y además de su alta prevalencia, representan una elevada morbimortalidad perinatal. La detección de estas anomalías en el periodo antenatal permite una evaluación integral de los riesgos para el feto y una adecuada asesoría a la familia con respecto al seguimiento, manejo y pronóstico. Ante la sospecha de un defecto, se puede realizar oportunamente la derivación de la paciente a un centro de atención de mayor nivel, con capacidad para un diagnóstico detallado y tratamiento neonatal.<sup>33</sup> Para iniciar con la descripción de la detección de los defectos cardiacos congénitos por medio de ultrasonido, primero es necesario conocer y comprender, lo que establece la mayoría de la literatura e instituciones importantes a nivel mundial, como La Sociedad Internacional de Ultrasonido en Obstetricia y Ginecología (ISUOG) y ACOG, con respecto a la evaluación cardiaca fetal. Para ello, se ocupan los siguientes párrafos, con la finalidad de describir detalladamente la técnica, pasos y puntos clave de la exploración cardiaca fetal.

### **3.1. Evaluación del corazón fetal**

Antes de llevar a cabo la evaluación de la anatomía cardiaca fetal como tal, debe prestarse atención a la presencia de anomalías ultrasonográficas ligadas a los defectos cardiacos congénitos. El principal hallazgo altamente sugestivo de CHD, es la translucidez nucal aumentada. Se ha reportado que un 8.7% de fetos con translucidez nucal aumentada,

poseen un defecto cardíaco congénito grave. En la evaluación del tórax fetal se debe considerar el índice cardiorácico, un índice cardiorácico  $>0.28$  en las semanas 11-14, sugiere cardiomegalia y una posible defecto cardíaco.<sup>8</sup>

Se ha propuesto que la ecografía transvaginal podría ser una mejor opción para la evaluación detallada del corazón fetal. Para iniciar la exploración del corazón fetal como tal, debe evaluarse la posición cardíaca y su eje. Para ello es importante que se tome como referencia la posición fetal, su lado izquierdo y derecho, y no la de los órganos adyacentes. Fetos con CHD, pueden mostrar desviación del eje cardíaco.<sup>8</sup>

La evaluación del corazón debe iniciarse con la exploración de las cuatro cámaras cardíacas. Este plano puede obtenerse casi en la totalidad de los fetos a las 12-14 semanas. Los defectos del tabique ventricular representan alrededor del 20-30% de los defectos cardíacos congénitos, por lo que con una adecuada visualización del tabique ventricular, estas anomalías pueden detectarse. El síndrome de corazón izquierdo hipoplásico es otra malformación que puede identificarse con la vista de las cuatro cámaras. Este se sospecha cuando el ventrículo izquierdo, que teóricamente debería tener un tamaño similar al del ventrículo derecho, se observa más pequeño. En este síndrome, la aorta ascendente y el cayado aórtico son estrechos en relación con el conducto arterioso y la arteria pulmonar. Los defectos que se encuentran en la parte anterior membranosa, no se observan con la vista de las cuatro cámaras, por lo que pueden pasar desapercibidos.<sup>8,18</sup>

Una anomalía importante, que se encuentra usualmente vinculada con el Síndrome de Down, es la alteración del canal auriculoventricular. Cuando existe, se observa un gran defecto en el tabique auricular y ventricular y frecuentemente hay una válvula auriculoventricular común. Este es el defecto septal más evidente mediante una ecografía antenatal.<sup>18</sup>

Se debe tomar en cuenta que malformaciones cardíacas importantes, pueden pasar desapercibidas, si no se evalúan los tractos de salida. Anomalías congénitas, como la tetralogía de Fallot, los elementos de este síndrome que son evaluables en el periodo prenatal consisten en el defecto del tabique ventricular (DTV), estenosis de la arteria pulmonar y aorta cabalgada sobre el DTV. La trasposición de grandes vasos es otro ejemplo de malformación que puede

pasar desapercibida con una vista general solo de las 4 cámaras cardíacas y que al obtener una imagen de los tractos de salida puede evidenciarse. En este defecto se ven la aorta y la arteria pulmonar discurriendo paralelamente en lugar de cruzarse. La trasposición de grandes vasos se acompaña de un DTV en el 40% de los casos. <sup>18</sup>

La visualización de los arcos aórtico y pulmonar puede obtenerse en el 70-80% de los casos. La vista de los 3 vasos y tráquea puede obtenerse en el 60-70% de los fetos y la vena pulmonar puede observarse en el 25-55% de estos. Se sugieren así mismo 7 componentes de la evaluación cardíaca completa: 1) determinación de posición fetal, 2) orientación del corazón fetal y su eje, 3) visualización de las 4 cámaras cardíacas, 4) evaluación de la válvula tricúspide y regurgitación tricúspide 5) visualización de los tractos de salida e 6) identificación de los arcos aórtico y pulmonar. <sup>8</sup>

### **3.2. Evaluación ecográfica del corazón fetal en el primer trimestre y fases iniciales del segundo trimestre**

Existen varias limitantes para el estudio temprano del corazón fetal, dentro de ellas se pueden mencionar: 1) evaluación temprana o tardía de la edad gestacional, 2) complejidad de la anatomía cardíaca, especialmente cuando existen anomalías, 3) el amplio entrenamiento y experiencia que son requeridos para la evaluación ecográfica cardíaca, 4) movimiento fetal y materno, 5) obesidad materna, 6) oligohidramnios o polihidramnios, 7) posición fetal y 8) cicatrices maternas abdominales. Estas limitaciones pueden estar más presentes en etapas tempranas de la gestación, debido al pequeño tamaño de las estructuras fetales y la dificultad para obtener imágenes de calidad. <sup>16</sup>

El AIUM recomienda que se haga la evaluación de la viabilidad fetal, evidenciando la frecuencia cardíaca fetal por medio de ecografía 2D, en modo M, durante el primer trimestre de gestación. Las mejoras en las sondas de alta frecuencia y alta resolución, que se emplean en abordajes transvaginales y transabdominales, han permitido la evaluación del corazón fetal durante el primer trimestre e inicios del segundo trimestre de embarazo, no antes de las 11 semanas. Durante el primer trimestre, si la normalidad de las conexiones atrio ventriculares o ventriculo atriales, así como la simetría de los lados derecho e izquierdo del corazón pueden ser

demostradas de forma confiable, se pueden descartar la mayoría de los defectos cardíacos congénitos más importantes. Sin embargo, los defectos septales o del desarrollo cardíaco pueden pasar desapercibidos, por ello se necesitará una evaluación de seguimiento en el segundo trimestre. <sup>16</sup>

El uso adicional del mapeo a color de la velocidad de flujo intracardiaco, permite evidenciar lesiones valvulares, como estenosis aórtica y pulmonar que pueden progresar a mayor gravedad para el tercer trimestre de gestación. Abundante evidencia apunta al hecho de que existen factores estrechamente ligados a los defectos cardíacos congénitos. Ejemplo de ello, como ya se ha mencionado con anterioridad, es el aumento de la translucidez nucal entre las semanas 11 y 14 y el incremento de la prevalencia de defectos cardíacos congénitos. En conjunto para la evaluación de la presencia de cardiopatías congénitas, pueden ser empleadas la translucidez nucal, la regurgitación tricúspide y las formas de onda de flujo anormales en la ecografía Doppler. Las formas de onda anormales, incluida una onda negativa / invertida y el aumento del índice de pulsatilidad de las venas (PIV), se han asociado con anomalías cardíacas estructurales en fetos euploides del primer trimestre. La sensibilidad y especificidad de las ondas de flujo anormales en el Doppler es del 80% y 83%, respectivamente, para fetos con aumento de la translucidez nucal. <sup>16</sup>

Otros hallazgos de la exploración ecográfica del primer trimestre que se asocian a defectos cardíacos congénitos son el eje anormal cardíaco y una arteria subclavia aberrante. Sinkovskaya et al, realizaron un estudio prospectivo, en el que se llevó a cabo la medición del eje cardíaco en fetos de entre 11 y 14 semanas. Reportaron una media en el eje cardíaco de 47 grados, considerándose normales ejes cardíacos entre 35 y 60 grados. También reportaron que la desviación del eje cardíaco se asocia a coartación aórtica, anomalía de Ebstein, transposición de grandes vasos y heterotaxia. <sup>8,16</sup>

Con respecto a la efectividad de la evaluación temprana el corazón fetal, la vista de las cuatro cámaras puede evaluarse las 11 semanas en el 20% de los fetos, mientras que a las 13 semanas esta vista se logrará hasta en el 92% de estos. <sup>16</sup>

### **3.3. Evaluación ecográfica del corazón fetal en el segundo trimestre**

Debido a que las anomalías al nacimiento más prevalentes, son los defectos cardíacos congénitos, la evaluación del corazón fetal en el segundo trimestre de gestación es una de las principales metas. La prioridad de esta evaluación es la identificación de fetos con dependencia ductal e hipoxemia después del nacimiento. La evaluación en el segundo trimestre, usualmente se lleva a cabo durante las semanas 18-20. Sin embargo hay evidencia de que las mujeres que se someten a esta evaluación entre las semanas 20-22 requieren con menor frecuencia una segunda evaluación que aquellas que la realizan a las 18 semanas. La evaluación estándar incluye una vista de las cuatro cámaras cardíacas, y una evaluación estándar extendida involucra también la evaluación de los tractos de salida. <sup>16</sup>

El tamizaje cardíaco debe llevarse a cabo idealmente en las semanas 18-22 de la gestación, de forma rutinaria durante la inspección de la anatomía fetal. Las imágenes de la ecografía cardíaca, generalmente se optimizan mediante el ajuste de la profundidad de visualización de la imagen, la modificación del foco acústico cardíaco, y el mantenimiento del enfoque restringido al área cardíaca. Un ángulo de la sonda relativamente estrecho permitirá una resolución satisfactoria. Debido a que el hígado fetal relativamente grande, desplaza el corazón hacia una posición más horizontal, el examinador puede utilizar planos transversales estandarizados para la exploración cardíaca. El examinador puede utilizar planos transversales estandarizados para evaluar la anatomía cardíaca fetal. La vista de las cuatro cámaras permite la evaluación de los principales puntos de referencia con especial énfasis en las uniones atrioventriculares. Fomenta el examen del tamaño y la relación aórtica y pulmonar con los tractos de salida. La vista de los 3 vasos (3VV) y esta misma con los tractos de salida (3VT) proporciona una evaluación significativa del tamaño, número, alineación y apariencia de las grandes arterias en relación con sus uniones ventriculoarteriales y la anatomía circundante. <sup>16</sup>

#### **3.3.1. Componentes clave de la evaluación cardíaca en el segundo trimestre**

En la evaluación de la frecuencia cardíaca fetal, se debe verificar que esta se ubique típicamente entre 120 y 160 latidos/minuto, con ocasionales y limitadas desaceleraciones o aceleraciones fuera de estos valores. El ACOG, define bradicardia, con una frecuencia cardíaca

fetal por debajo de los 110 latidos/minuto. Episodios benignos de bradicardia fetal pueden ocurrir durante una exploración ecográfica del segundo trimestre, pero la frecuencia cardiaca suele recuperarse rápidamente a valores normales, especialmente si se reduce la presión ejercida en el abdomen materno con el transductor. La bradicardia sostenida por debajo del umbral establecido por ACOG, puede ser causado por bloqueo cardíaco. La taquicardia leve ( $> 160$  latidos/minuto) puede darse de manera transitoria en fetos normales, sin embargo la taquicardia persistente ( $\geq 180$  latidos/minuto) debe investigarse, ya que puede sugerir problemas como taquicardia supraventricular (TSV), corioamnionitis, sufrimiento fetal o hipertiroidismo.<sup>16</sup>

La medición de la circunferencia cardiaca proporciona un parámetro cuantitativo, cuando se sospecha cardiomegalia. Esta puede estar ligada a disfunción cardiaca especialmente en presencia de líquido en el pericardio. Cardiomegalia se define con una relación de circunferencia cardiotorácica superior a 0.50 o una relación de área mayor a 0.25.<sup>16</sup>

Otro de los factores principales de la evaluación cardiaca fetal durante el segundo trimestre, es la evaluación de la posición fetal y el eje cardíaco. El eje cardíaco se determina a partir de una línea trazada desde la columna hasta la pared torácica anterior. Esta línea divide el tórax fetal en mitades iguales, formando un ángulo con el tabique interventricular, con esta línea como eje cardíaco. El corazón fetal se ubica en el hemitórax izquierdo con un eje cardíaco de 45 grados, considerándose normales mediciones de entre 25-65 grados. El corazón puede apuntar hacia la línea media (mesocardia) o desviarse hacia el lado derecho del tórax (dextrocardia). Tanto el eje cardíaco como la posición son constantes durante todo el embarazo. Aunque la desviación del eje cardíaco izquierdo ( $> 75$  grados hacia la izquierda) puede ocurrir como una variante normal, la mayoría de los casos se asociarán con malformaciones estructurales, particularmente anomalías conotruncales y coartación, anomalías que pueden no ser detectadas con una visualización de las cuatro cámaras. La desviación derecha del corazón fetal ( $< 25$  grados hacia la izquierda) se ha asociado con poliesplenía, asplenía, situs inversus, doble salida del ventrículo derecho (DORV) o aurículas comunes. La dextroposición es una indicción para la búsqueda adicional de hernia diafragmática congénita del lado izquierdo, o masas que ocupen la posición normal del corazón, como es el caso de una malformación adenomatoide quística.<sup>16</sup>

El siguiente componente clave de la evaluación cardíaca, es la visualización de las cuatro cámaras cardíacas. Aunque pudiera parecer básico, el conteo de las cuatro cámaras y verificación de la simetría entre ellas es de vital importancia. Una evaluación cardíaca con resultados normales, involucra la identificación de dos cámaras auriculares, de tamaño similar o aproximadamente del mismo tamaño. El septum primum auricular se observa intacto y la entrada de las venas pulmonares en la cavidad auricular izquierda. Una de las principales razones para evaluar la morfología auricular, es para descartar heterotaxia, afección conocida por asimetría cardíaca. Hay evidencia que sustenta que durante la vida fetal la diferencia en la disposición espacial de la cámara auricular izquierda con respecto a la cámara derecha representa un mayor desgaste para el feto. Mientras que los recién nacidos con diferencia en la disposición espacial de la aurícula derecha tienen más probabilidades de experimentar problemas posnatales asociados con cardiopatías congénitas complejas.<sup>16</sup>

En la exploración de las cuatro cámaras debe incluirse la evaluación de los ventrículos, se debe confirmar que el tamaño de estos sea casi el mismo. Sin embargo el ventrículo derecho suele ser un poco más grande, sobre todo al final de la gestación. La relación del tamaño normal de los VD / VI aumenta conforme avanza la gestación. La discrepancia en el tamaño ventricular puede ser uno de los primeros indicios de anomalías cardíacas, a pesar del diámetro normal del ventrículo derecho. El ventrículo izquierdo en forma de cono se encuentra posterior y hacia la izquierda del ventrículo derecho. El VI tiene dos músculos papilares distintos, anterolateral y posteromedial. Ambos músculos papilares tienen cuerdas tendinosas que se conectan a la válvula mitral. La superficie septal del ventrículo izquierdo es lisa con finas trabéculas apicales. La morfología anterior del ventrículo derecho tiene una banda moderadora cerca de vértice cardíaco. El cordón tendinoso se extiende desde la válvula tricúspide y se inserta en los músculos papilares que surgen en la superficie septal del ventrículo derecho. A diferencia del VI, las porciones de entrada de los VD están muy trabeculados.<sup>16</sup>

En la evaluación de la unión auriculoventricular y válvulas, las válvulas mitral y tricúspide son las válvulas AV, estas impiden que la sangre retorne a las cámaras auriculares. En la proyección para examinarlas, las válvulas no deben verse engrosadas y deben moverse con libertad durante el ciclo cardíaco. Aunque no es obligatorio, el uso de la ecografía Doppler color es la forma más útil de evaluar la insuficiencia de la válvula AV, esta se observa comúnmente en la cardiopatía fetal, especialmente en defectos del canal auriculoventricular, anomalía de Ebstein y otros trastornos de la válvula tricúspide y disfunción cardíaca secundaria.<sup>16</sup>

Las válvulas AV también deben evaluarse con respecto a la conexión óptima a los ventrículos, en condiciones como la atresia tricúspide y la atresia mitral estas conexiones pueden estar ausentes y ambas válvulas pueden entrar en el VI. En el corazón normal, el anillo de la válvula tricúspide se encuentra ligeramente desplazado del eje central del corazón y posicionado más apical con respecto al anillo de la válvula mitral, esto se conoce como compensación de las válvulas atrioventriculares, cuando esta compensación está alterada, sugiere una anomalía. Por ejemplo, en la anomalía de Ebstein, hay un desplazamiento apical excesivo del anillo de la válvula tricúspide. En los defectos del canal atrioventricular, la compensación normal de las válvulas no está presente ya que hay una válvula AV común o válvulas AV separadas pero al mismo nivel. La compensación normal de la válvula puede no ser evidente en fetos con un seno coronario dilatado, o puede ser difícil de reconocer debido a factores técnicos. Las válvulas AV compensadas generalmente se pueden confirmar visualmente en fetos, aunque en ocasiones puede resultar útil medir la distancia entre la inserción medial de los anillos de las válvulas mitral y la tricúspide.<sup>16</sup>

Las anomalías que involucran un espectro de defectos anatómicos como doble salida de ventrículo derecho, tetralogía de Fallot y transposición de grandes vasos, usualmente no son evidentes en una vista de cuatro cámaras. La identificación de anomalías conotruncuales sigue siendo difícil, incluso para los médicos que realizan tamizaje de rutina para anomalías cardíacas. Los grandes vasos deben parecer aproximadamente iguales en tamaño y se cruzan entre sí a aproximadamente 80 grados de sus respectivas cámaras ventriculares. La adición de la ecografía Doppler a los tractos de salida puede facilitar el diagnóstico.<sup>16</sup>

### **3.4. Vigilancia Epidemiológica de Defectos Congénitos**

Según la Organización Panamericana de la Salud, en el mundo la mortalidad neonatal descendió un 37% entre 1990 y 2012, esto puede expresarse de manera distinta estableciendo que se han reducido de 33 a 21 defunciones por cada 1000 nacidos vivos en dicho periodo de tiempo. Este descenso es más notable en las defunciones del periodo posneonatal, más de 50%, aunque este porcentaje varía considerablemente entre regiones. En la región de las Américas, la disminución en la mortalidad neonatal fue del 57.9%, entre los años de 1990 a

2014, es decir de 22.1 a 9.3 defunciones por cada 1000 nacidos vivos. Con respecto a las causas específicas de defunciones neonatales, estas también poseen diferencias significativas entre grupos poblacionales. Los defectos congénitos representan un importante porcentaje de la morbilidad y en conjunto acumulan entre 25.3 y 38.8 millones de años de vida perdidos por discapacidad en el mundo. En América, las anomalías congénitas, ocupan uno de los primeros lugares con respecto a causas de mortalidad. Es importante mencionar que de manera relativa, en los países de menores ingresos, el porcentaje de muertes por defectos congénitos representa menos del 5%, mientras que en los países con ingresos mayores, esta causa de muerte representa el 30%, de la totalidad de estas registradas antes del año de vida. <sup>45</sup>

Según la Organización Panamericana de la Salud, en 2010, la Asamblea Mundial de la Salud adoptó una resolución especial sobre los defectos congénitos en la que se insta a los Estados Miembros a:

- a) fomentar la sensibilización acerca de la importancia de los defectos congénitos como causa de morbilidad y mortalidad infantiles; establecer prioridades, consignar recursos y formular planes y actividades para integrar intervenciones eficaces de prevención de los defectos congénitos y su atención.
- b) desarrollar sistemas de vigilancia orientados a contar con datos sobre los defectos congénitos en el marco de los sistemas nacionales de información sanitaria.
- c) crear capacidades en materia de prevención y tratamiento de los defectos congénitos y de atención a los niños, así como prestar apoyo a las familias con niños con defectos congénitos y discapacidades asociadas, y velar por que los niños con discapacidad reciban la rehabilitación y el apoyo apropiados
- d) intensificar las investigaciones y los estudios sobre la etiología, el diagnóstico y la prevención de los principales defectos congénitos y promover la cooperación internacional para combatir estas afecciones. <sup>45</sup>

En un estudio realizado por la Organización Panamericana de Salud (OPS) en 2019, para evaluar el sistema de vigilancia de los países latinoamericanos con respecto a anomalías congénitas. Se enviaron encuestas a los países de la región y por medio de ellas se determinó que 11 países disponen de sistemas nacionales de vigilancia de anomalías congénitas, siendo estos: Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, Guatemala, México, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. De estos, únicamente 4 pertenecen al grupo de países en desarrollo, Guatemala, Paraguay, República Dominicana y Venezuela. Esto quiere decir que cuentan con un sistema organizado, por medio del cual se registra la cantidad de anomalías congénitas, por determinada cantidad de nacidos vivos. Lo anterior es relevante ya que en su mayoría, los países en desarrollo no cuentan con vigilancia epidemiológica para este tipo de patologías, lo cual a su vez determina el subregistro e información limitada con respecto al diagnóstico y detección de las mismas, esta situación influye en el manejo prenatal y posnatal de las anomalías congénitas. <sup>45</sup>

### **3.5. Detección por ultrasonido de anomalías cardíacas congénitas en países en desarrollo de Latinoamérica y países desarrollados de América del Norte y Europa**

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su publicación “Recomendaciones de la OMS sobre atención prenatal para una experiencia positiva en el embarazo”, en el apartado de evaluación fetal, establece que a pesar de que la ecografía suele emplearse en circunstancias específicas durante el embarazo, como la evaluación del crecimiento fetal o luego de complicaciones clínicas, esta sería útil en todos los embarazos, ya que facilita la detección precoz de problemas que no siempre son evidentes, como embarazos múltiples, retraso del crecimiento intrauterino, anomalías congénitas, presentación anormal y placentaciones anormales. <sup>46</sup>

Con la finalidad de mejorar las bases para brindar una atención prenatal de calidad a todas las madres, la OMS ha desarrollado recomendaciones con respecto al uso del ultrasonido en la gestación. En estas recomendaciones se establece que la evaluación ecográfica debe realizarse como parte de la atención primaria a las pacientes que acuden a control prenatal. Previo a la introducción de los servicios de ecografía en los centros de atención a la salud, las

autoridades deben planificar el impacto en las políticas y normas de práctica nacionales, el presupuesto para el sector de la salud, el acceso equitativo a la atención prenatal, los organismos regulatorios, la capacitación de los profesionales sanitarios y la prestación de servicios de ecografía y de atención prenatal.<sup>2</sup>

En las recomendaciones se establece que idealmente debe realizarse una ecografía antes de la semana 24 de gestación, para determinar la edad gestacional, mejorar la detección de anomalías fetales y embarazos múltiples, reducir la cantidad de inducciones de parto en gestaciones prolongadas y mejorar la atención del parto para las pacientes. No se recomienda que se haga una exploración ecográfica de rutina luego de la semana 24 de gestación a aquellas a las que se les haya realizado una ecografía temprana. Más adelante en la gestación puede hacerse un ultrasonido para identificar número de fetos, presentación fetal y placentación.<sup>2</sup>

La Organización Mundial de la Salud, describe que las malformaciones congénitas afectan a uno de cada 33 lactantes y a su vez son causa de 3.2 millones de discapacidades al año. Se estima que anualmente fallecen 270 000 recién nacidos durante los primeros 28 días de vida a causa de una malformación congénita. Un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), evidencia que las anomalías congénitas son la segunda causa de mortalidad en los menores de 28 días y en menores de 5 años en el continente americano. “En el mundo afectan a uno de cada 33 bebés y causan 3,2 millones de discapacidades al año”. Un estudio colaborativo latinoamericano de malformaciones congénitas (ECLAMP), se llevó a cabo entre 2010-2012, en el cual fueron tomados en cuenta los recién nacidos vivos de Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Paraguay, Uruguay y Venezuela, registrando una tasa de malformaciones fetales de 2,7%.<sup>47,48</sup>

En Guatemala, a pesar de que se cuenta con un sistema de vigilancia epidemiológica para malformaciones congénitas, la información específica con respecto a las cardiopatías congénitas es limitada. Según datos del Instituto Nacional de Estadística, en 2018, las Malformaciones Congénitas del Corazón no especificada, ocuparon el sexto puesto dentro de las primeras causas de mortalidad neonatal. Para el 2015 se reportó una mortalidad neonatal de 17 por cada 1000 nacidos vivos. Con respecto al proceso de detección prenatal la información es limitada y el país no cuenta con bases y guías para el diagnóstico de anomalías cardíacas congénitas por ecografía.<sup>6,49</sup>

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), en su última actualización de “Normas de atención en salud para primero y segundo nivel 2018”, se deben realizar 4 citas de atención prenatal, en las cuales debe hacerse énfasis en la evaluación de los signos vitales, antropometría materna, identificación de signos y síntomas de peligro, altura uterina después de las 20 semanas de embarazo, situación y presentación fetal por maniobras de Leopold, monitoreo de la frecuencia cardíaca si se cuenta con Doppler, movimientos fetales desde las 18 semanas, ganancia o pérdida de peso y exámenes de laboratorio de rutina.<sup>50</sup>

Con respecto a la edad gestacional, las normas recomiendan la estimación por fecha de última regla y es en este ítem en el que se recomienda que al no contar con datos confiables para la estimación de la edad gestacional por fecha de última regla, se emplee la ecografía si esta se encuentra accesible. Aunque se recomienda el uso de la ecografía para el primer y segundo nivel de atención, en ningún ítem se recomienda un tamizaje para malformaciones fetales, aun cuando instituciones como la OMS, ACOG e ISUOG, recomiendan evaluaciones ecográficas de rutina en las que, como hemos descrito anteriormente, se realiza la inspección de la anatomía fetal. En un manual publicado en 2016, elaborado por el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) para “Control Prenatal de Bajo Riesgo” se incluyen los elementos a evaluar descritos en las normas establecidas por el MSPAS, en cada uno de los controles prenatales, sin embargo no se menciona, algún protocolo para el uso de la ecografía de rutina en las pacientes gestantes.<sup>46,50,51</sup>

En El Salvador el Ministerio de Salud en su publicación “Lineamientos técnicos para la atención de la mujer en el período preconcepcional, prenatal, parto, puerperio y al recién nacido” de 2021, menciona brevemente la recomendación del uso del ultrasonido en la atención primaria y control prenatal de las pacientes gestantes. En esta recomendación establece que la ultrasonografía permite evaluar la anatomía y biometría fetal y en pacientes con fecha de última regla (FUR) incierta, la ecografía debe planificarse en la primera consulta para determinar la edad gestacional. Los lineamientos también mencionan que en embarazos sin complicaciones se deben realizar 3 exploraciones ecográficas, la primera debe realizarse entre las 11-14 semanas, la segunda entre las 20-24 semanas, y la tercera entre las 32-34 semanas.<sup>52</sup>

A pesar de las recomendaciones para el uso de la ecografía en la detección de anomalías congénitas, y como parte de la evaluación de rutina en la paciente gestante, el país no cuenta con datos estadísticos exactos sobre la incidencia de malformaciones congénitas a nivel nacional. Sin embargo un estudio publicado en 2016, revela que en el Hospital Nacional de la Mujer, en 2012 nacieron 226 con malformaciones congénitas, con una tasa de letalidad de 13.72, en el mismo hospital en 2013 nacieron 230 niños con malformaciones congénitas, con una tasa de letalidad de 12.7. De la totalidad de casos, 225 (98%) fueron diagnosticados por medio de ultrasonido en el periodo prenatal. En otro estudio publicado en 2019, se describe que en el Hospital Nacional del Niños Benjamín Bloom, el cual es el principal centro de referencia para pacientes pediátricos con cardiopatías congénitas, las malformaciones congénitas son una de las primeras 10 causas de morbilidad en dicha institución.<sup>13,48,52</sup>

En Nicaragua no se encuentran actualmente disponibles datos exactos sobre malformaciones congénitas. Sin embargo el Registro Nicaragüense de Malformaciones Congénitas (RENIMAC), el cual existe desde 1992, se ha actualizado con la finalidad de activarse en todas las unidades de salud que brindan atención del parto y que permitan registrar los casos de niñas y niños con malformaciones congénitas al nacimiento. En 2017 se registró una incidencia del 4% de cardiopatías congénitas al nacimiento, estas a su vez representan el 32% de las muertes causadas por alteraciones morfológicas. A pesar de ello el país, aún no cuenta con un programa de tamizaje directo de cardiopatías en población de riesgo que permita la identificación de forma oportuna de estas malformaciones.<sup>53</sup>

En un estudio pequeño realizado entre 2017 y 2018, llevado a cabo en el Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños, para el tamizaje de malformaciones fetales por ultrasonido, las pacientes acudían a su primer ultrasonido antes de las 12 semanas en un 3%, entre las semanas 12-16 en un 52%, entre las semanas 17 y 28 en un 29% y luego de las 28 semanas en el 13% de las pacientes. En otro estudio realizado en Nicaragua en 2018, en el Hospital Bertha Calderón Roque, se encontró que, en promedio, era a las 28 semanas de edad gestacional que se hizo el 60% de las detecciones, mientras que el resto (40%), se detectó entre las semanas 14-27. El estudio se llevó a cabo con mujeres gestantes con riesgo elevado para cardiopatías congénitas, dentro de ellas se tomaron en cuenta pacientes con Diabetes Gestacional, Obesidad, Hipertensión Arterial Crónica más obesidad, Preeclampsia y pacientes sin ningún antecedente patológico. En el estudio realizado por medio de un tamizaje cardiaco empleando ecocardiografía fetal se detectó que en el 62.5% existía un diagnóstico anormal en

el corte de cuatro cámaras las cuales correspondían a asimetría auricular, asimetría ventricular, mala implantación valvular mitral o tricúspide, alteración en la cruz del corazón, alteración en el tabique interventricular, alteración en el tamaño de las paredes ventriculares, entre otros.<sup>53, 54</sup>

En Ecuador, se ha evidenciado durante las últimas décadas un incremento en la incidencia de las malformaciones fetales, ocupando los primeros lugares, las malformaciones cardíacas, labio leporino y alteraciones del tubo neural. En el país los defectos congénitos representan la segunda causa de mortalidad infantil y a su vez representan el 30% de discapacidad en la población en general. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC), se reportaron 4,218 muertes causadas por defectos congénitos entre los años 2012 y 2016, equivalente al 5% de las muertes fetales en Ecuador. A pesar de ellos Ecuador no cuenta con un sistema establecido de tamizaje para malformaciones congénitas, y específicamente, no cuenta con un sistema establecido para el tamizaje fetal de malformaciones cardíacas congénitas. A pesar de ello, en 2015, el Ministerio de Salud Pública divulgó la última actualización de la Guía de Práctica Clínica de Control Prenatal, en la cual, a diferencia de otros países latinoamericanos, si se incluye una sección de recomendaciones con respecto al uso del ultrasonido en atención primaria de la mujer gestante. En estas recomendaciones prácticamente se establece que debe realizarse una ecografía con el fin de diagnosticar embarazo, determinar la edad gestacional y detectar embarazo múltiple, en aquellas gestas en las cuales a fecha de última regla no es confiable y por lo tanto no se puede determinar de forma confiable la edad gestacional por este método. %.<sup>47,55</sup>

También se recomienda realizar la primera ecografía entre las 11-14 semanas, utilizando la longitud cráneo-caudal como el parámetro para determinar de manera fiable la edad gestacional, durante esta etapa de la gestación. Recomienda utilizar DBP y LF, cuando la primera ecografía se realiza luego de las 14 semanas. La guía también establece que el momento ideal para realizar el estudio morfológico del feto es a la semana 22, en lo cual coincide con la mayoría de guías internacionales, dando un intervalo de tiempo entre las 18-24 semanas para realizar la exploración de la anatomía fetal, ya que es en este momento cuando se facilita el diagnóstico de malformaciones fetales, así como de anomalías anatómicas maternas.<sup>47,55</sup>

La Guía de Práctica Clínica de Control Prenatal, establece además que el estudio prenatal o tamizaje por ultrasonido, para malformaciones fetales permite diagnosticar patologías incompatibles con la vida, también aquellas asociadas con alta morbilidad fetal y neonatal, y por último, aquellas anomalías factibles de corrección con tratamiento intrauterino y postnatal. Establece a su vez que el porcentaje de anomalías fetales detectadas por tamizaje ecográfico en el segundo trimestre se distribuye respectivamente en anomalías del sistema nervioso central (76%), vías urinarias (67%), pulmonares (50%), gastrointestinales (42%), óseas (24%), cardíacas 17%.<sup>47,55</sup>

En un estudio realizado en el 2018, en el Hospital Universitario de Guayaquil, se evidenció que la mayoría de los defectos congénitos se diagnostica por medio de ultrasonido entre las 21 y 24 semanas de gestación. También se reportó que las pacientes en quienes se obtuvo el diagnóstico de malformación congénita no tenían el antecedente familiar de defectos congénitos, por lo que se estableció que este no representó en la población de estudio, un factor de riesgo para presentar anomalías congénitas. Un hallazgo interesante en el mismo estudio con respecto a la edad materna con mayor incidencia de defectos congénitos, demostró que las pacientes con edades entre 13 y 17 años, poseían la mayor tasa de anomalías fetales. Con respecto a las malformaciones congénitas más frecuentes diagnosticadas por ultrasonido, el primer lugar fue ocupado por el labio leporino con el 33% de los casos, seguido por las cardiopatías congénitas con el 21% de los casos y las malformaciones del tubo neural con el 12% de los mismos.<sup>47</sup>

La detección antenatal es dependiente de varios elementos, por lo que es de vital importancia la facilidad de acceso de las pacientes al sistema de salud. Aunque los países desarrollados cuentan con una mejor cobertura para su población con respecto a servicios de salud, se estima que la detección global de cardiopatías congénitas no supera el 50-60 %. La tasa de detección en países desarrollados varía entre el 30-60%. A pesar de ello es evidente la superioridad en los protocolos y en el manejo de la mujer gestante así como el cribado de defectos cardiacos congénitos.<sup>33</sup>

En México datos de un estudio revela que según el INEGI, la segunda causa de mortalidad infantil, son las malformaciones congénitas y en su mayoría las anomalías cardíacas. Se tiene información de que es en el periodo neonatal cuando ocurren la mayoría de

fallecimientos por esta condición. Según un artículo publicado en 2018, por el Instituto Nacional de Perinatología, en 2013 se reportaron en México, en niños menores de un año, 3,593 muertes ocasionadas por malformaciones cardíacas congénitas y más de la mitad de estas ocurrieron en el periodo neonatal. Las guías internacionales describen que se debe realizar tamizaje prenatal de anomalías cardíacas por medio del estudio ecográfico, en todas las pacientes embarazadas entre las semanas 18 a 24 de la gestación. Esta medida ha sido adoptada por el país y se incluye la recomendación de realizar un estudio ecocardiográfico avanzado en aquellas pacientes con factores de riesgo para anomalías cardíacas congénitas y realizar uno incluso a las 12 semanas de gestación en aquellas pacientes con riesgo muy elevado.<sup>56</sup>

En el Instituto Nacional de Perinatología, se lleva cabo una reunión semanal en conjunto con el departamento de medicina materno-fetal, en la cual se presentan los casos diagnosticados por primera vez, en este informe se incluyen las intervenciones realizadas y por realizar por los elementos del equipo multidisciplinario, en beneficio de la vida de la madre y el feto, esto con la finalidad de elaborar un diagnóstico y plan de tratamiento integral, para dar la mejor atención a los pacientes. En este artículo, finalmente se concluye que “Incrementar el diagnóstico prenatal de las cardiopatías congénitas en México, debe convertirse en una de las prioridades de los programas nacionales de salud con el objetivo final de reducir la mortalidad infantil y mejorar el pronóstico de los individuos que las padecen. Un diagnóstico oportuno, siempre aumentará la posibilidad de una mejor atención para madre y feto”.<sup>56</sup>

En un estudio realizado en 2019, en la Universidad Autónoma de Nuevo León, se describe que el 90% de las cardiopatías congénitas, se presentan en gestantes sin factores de riesgo, por lo que existe una necesidad creciente de llevar a cabo mejores estrategias para el cribado poblacional e investigar marcadores que se asocien a un riesgo elevado de malformaciones cardíacas congénitas. Con base en ello en el mencionado estudio se realizaron un total de 1,546 ultrasonidos del primer trimestre, con la finalidad de evaluar la translucidez nuchal y su asociación con cardiopatías congénitas. Los resultados revelaron que el valor predictivo positivo del aumento de la translucidez nuchal para la detección de defectos cardíacos congénitos, fue del 16%, resultado que se corresponde con evidencia anterior en la cual se describe que el valor predictivo positivo para malformaciones cardíacas congénitas de la translucidez nuchal por encima del percentil 95 para la edad es del 4.9 al 64%. Estos datos enfatizan en la importancia no solamente de llevar a cabo una adecuada evaluación del corazón

fetal en las semanas de gestación indicadas, sino también de prestar atención a los marcadores de defectos congénitos, ya que esto facilita y mejora la detección de cardiopatías congénitas.<sup>57</sup>

En un estudio de cohortes en la unidad de diagnóstico prenatal del servicio de Medicina Materno Fetal del Departamento de Obstetricia del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” publicado en 2020, en el que se identificaron las pacientes en quienes se sospechó prenatalmente de cardiopatías congénitas estructurales o funcionales y posteriormente se comparó con los reportes postnatales, se menciona que aproximadamente 3 de cada 8 pacientes con diagnóstico de malformaciones cardíacas fetales son diagnosticadas, el resto requerirá de herramientas más específicas como lo es la ecocardiografía fetal. Sin embargo este hecho dependerá de varios factores, incluyendo el entrenamiento y cualificación de quien realice el estudio, la calidad del equipo entre otros.<sup>58</sup>

El corazón fetal puede y debe ser evaluado en el primer nivel de atención, por el obstetra encargado de la evaluación, sin embargo en México esto no se considera una práctica de rutina, ya que muchas veces el médico que brinda la atención primaria no cuenta con el entrenamiento adecuado o la experiencia necesaria para el diagnóstico de esta condición. Además no toda la población tiene acceso a la valoración ecográfica durante el embarazo. A pesar de ello existe la fuerte recomendación en el país, que ante la sospecha de una anomalía cardíaca fetal en la evaluación ultrasonográfica de la morfología cardíaca, la paciente deberá referirse para una evaluación especializada. También es indicación para una evaluación ecocardiográfica, la presencia de factores de riesgo en la madre como trastornos metabólicos, antecedentes familiares, entre otros. Por si sola la sospecha de anomalía cardíaca en un ultrasonido obstétrico de rutina tiene un riesgo absoluto de 40 veces para presentar una cardiopatía congénita en el feto.<sup>58</sup>

En Estados Unidos de América, aproximadamente del 3% al 5% de los embarazos presentan defectos congénitos o genéticos. Las malformaciones congénitas siguen siendo una de las principales causas de muerte infantil. Dentro de los factores de riesgo que son evaluados rutinariamente en las pacientes gestantes por medio de ecografía, se encuentran los marcadores anormales, como la translucidez nucal. Además es importante la identificación de aneuploidías fetales, ya que síndromes como la Trisomía 21 (Síndrome de Down), se

encuentran fuertemente asociados con anomalías fetales, dentro de ellas las malformaciones cardiacas.<sup>59</sup>

En una publicación del año 2017 de la Universidad de Carolina del Norte, se describe que en el proceso de indagar en los progenitores sobre sus motivaciones para conocer el diagnóstico fetal de anomalías, varios mencionan que con un diagnóstico certero y asesoría profesional se pueden tomar decisiones importantes, por ejemplo, optar por la interrupción del embarazo si el defecto se identifica en una etapa temprana. Otros prefieren una detección temprana debido a que es de utilidad el tiempo, para procesar el diagnóstico y buscar atención médica especializada y para prepararse con respecto al cuidado de un recién nacido con alguna malformación congénita. Además varias de las anomalías detectadas pueden ser elegibles para tratamiento prenatal que mejorará los resultados neonatales. Así mismo todos los pacientes que opten por someterse a un cribado para estas condiciones deben recibir asesoramiento sobre los riesgos, beneficios y limitaciones de su elección.<sup>59</sup>

La mayoría de las pruebas prenatales están destinadas a la detección temprana de las condiciones que se han mencionado. En Estados Unidos además del cribado por medio del estudio morfológico del feto, se ofrecen a la madre pruebas que incluyen: detección en suero materno, para evaluar el estado de portador de anomalías genéticas y como ya se mencionó la ecografía; con el objetivo de identificar a las mujeres con embarazos de alto riesgo para anomalías cromosómicas o defectos congénitos.<sup>59</sup>

El cribado realizado en el primer trimestre es una prueba de detección de uso común que incluye una combinación de evaluación del suero materno y la exploración ecográfica de la translucidez nuchal, esta es realizada entre las 10 y 14 semanas de gestación. Algunos estimadores de riesgo también incluyen la presencia o ausencia de hueso nasal. Una translucidez nuchal de más de 3 mm se asocia significativamente con aneuploidía y malformaciones estructurales. Por lo tanto, se recomienda que cualquier mujer con una translucidez nuchal anormal, se someta a una evaluación especializada y dirigida. Debe en estos casos, ofrecerse un ecocardiograma fetal para la exploración detallada del corazón fetal y el diagnóstico de malformaciones si es el caso.<sup>59</sup>

Se indican también los beneficios del cribado del primer trimestre, estos incluyen la edad gestacional temprana en la que se obtienen los resultados, ya que esto concede a los progenitores y al médico tratante el tiempo necesario para interpretar los resultados y tomar decisiones en torno a la atención del embarazo. Se incluyen también dentro de las ventajas de la detección temprana, el poder buscar más pruebas de diagnóstico, asesoramiento genético, consulta a medicina materno-fetal o interrupción de la gestación si se desea. Dentro de las desventajas se encuentra la dependencia de la disponibilidad de personal certificado y experimentado para realizar la medición de la translucidez nuchal. Se ha demostrado que la discrepancia en la medición de sólo 0,5 mm disminuye significativamente la sensibilidad de esta prueba.<sup>59</sup>

El ultrasonido es actualmente una herramienta universal en el manejo de la paciente embarazada y Estados Unidos de América no es la excepción. Casi todas las mujeres en este país, obtienen como mínimo un examen ecográfico de su embarazo durante una atención obstétrica de rutina, y en varias ocasiones obtienen más de una evaluación ecográfica. La función principal de la ecografía en la atención obstétrica es la confirmación de la edad gestacional y la evaluación de posibles defectos congénitos. La mayoría de las pacientes optan por realizar un cribado con ultrasonido únicamente para la evaluación de malformaciones. La ecografía transabdominal del segundo trimestre realizada entre las 18 y 23 semanas se ha convertido en un examen de rutina en la atención prenatal para evaluar la anatomía y la presencia de anomalías.<sup>59</sup>

En Estados Unidos de América actualmente se les debe ofrecer a todas las pacientes durante el embarazo, pruebas de detección o de diagnóstico de aneuploidía o defectos congénitos. Igual de importante es que las opciones disponibles sean explicadas a profundidad a las pacientes y sus familias, incluyendo los riesgos y beneficios de cada opción.<sup>59</sup>

Además de lo expuesto, hay estudios que exponen las deficiencias de la ecografía convencional y suman a sus recomendaciones la evaluación ecocardiográfica en las pacientes gestantes. En un estudio realizado en el Center for Women's Reproductive Health, en Alabama, en el cual se pretendía evaluar la capacidad de la ecocardiografía fetal para detectar enfermedades cardíacas congénitas críticas, después de vistas cardíacas anatómicas normales en una ecografía detallada, se demostró que de mil doscientas veintitrés mujeres en quienes

se obtuvo una vista básica del corazón fetal normal, se confirmó que mil ciento noventa (97,3%) eran normales en el ecocardiograma. No fueron detectadas veintiún (1,71%) cardiopatías coronarias totales de las cuales tres fueron críticas (0,25%). De las 1223 mujeres, 763 tenían vistas completas, en ellas no se detectaron diez (1,31%) cardiopatías coronarias totales y una (0,13%) se confirmó como crítica. Por lo que en el estudio se concluyó que la ecocardiografía fetal puede aumentar la detección de cardiopatía congénita a pesar de la anatomía cardíaca normal en la ecografía detallada, sin embargo, las cardiopatías coronarias pasadas por alto rara vez son críticas.<sup>60</sup>

Las anomalías congénitas representan la primera causa de muerte neonatal en los países en los que se presentan menores índices generales de mortalidad, como es el caso de la Región Europea, en donde las muertes neonatales por anomalías congénitas, representan el 25% de las mismas. Según datos del European Network for Surveillance of Congenital Anomalies (EUROCAT), las malformaciones congénitas mayores afectan al 2-3% de la población de 20 países europeos, dato que cubre aproximadamente el 28% de los nacimientos en Europa. De la totalidad de nacidos vivos con algún defecto congénito, las anomalías estructurales representan el 3% de los casos, de los mismos, los defectos cardíacos afectan al 0.5-1% de la totalidad de recién nacidos vivos.<sup>61</sup>

En los países avanzados, el ultrasonido fetal para el diagnóstico de malformaciones cardíacas se ha empleado de forma rutinaria en conjunto con la ecocardiografía fetal. Los avances en el conocimiento y el continuo mejoramiento de las técnicas, ha hecho de la ecocardiografía fetal una herramienta de rutina en la evaluación fetal. A partir de 1980, la ecocardiografía fetal se ha ido implementando para la detección prenatal. A partir de ese momento, los programas de detección se han desarrollado y mejorado con respecto a su sensibilidad e incorporación de técnicas, para obtener mejores planos de visualización de la anatomía cardíaca fetal. El avance en la tecnología así como la capacitación de los profesionales para la mejoría en las habilidades técnicas, han permitido que la tasa de detección prenatal de Cardiopatías Congénitas aumente en los últimos años. El diagnóstico fetal, es utilizado para brindar la información necesaria a los progenitores, así como las opciones de tratamiento. Dependiendo del diagnóstico y el pronóstico para el feto, se da la opción de interrumpir el embarazo, esto también dependerá de aspectos religiosos y culturales en torno a la situación de los padres.<sup>61</sup>

En España, en el Hospital Universitario de Cruces, Bizkaia, el cual es centro de referencia de la Comunidad Autónoma Vasca, Navarra, Cantabria y La Rioja, para las intervenciones de cardiopatías congénitas, en 2010, se incorporó una consulta semanal “específica” para la detección prenatal de las cardiopatías congénitas, la cual se realiza de forma conjunta con los departamentos de obstetricia-ginecología y cardiología pediátrica. En esta consulta especializada se realiza un ecocardiograma fetal durante el segundo trimestre de embarazo en las pacientes gestantes con riesgo o sospecha por ultrasonido convencional, de cardiopatía congénita.<sup>61</sup>

Actualmente aunque el ultrasonido 2D se sigue considerando el la base para la detección de malformaciones cardiacas, nuevas técnicas como la ecografía en 3D, 4D y la ecocardiografía fetal, se han explorado y evaluado en relación a su eficacia. En el país recientemente se han realizado estudios para evaluar una nueva modalidad, la tecnología 4D-STIC, la cual permite la valoración del volumen del corazón fetal y sus conexiones durante el ciclo cardiaco completo, esto permite analizar y reconstruir la morfología cardiaca en movimiento. Esta nueva tecnología es independiente de la habilidad del operador, menor tiempo de evaluación, no es necesario realizar el análisis en presencia del paciente y puede compartirse en línea. Esta modalidad aún no se emplea en la evaluación clínica de rutina de la paciente gestante, sin embargo ofrece grandes ventajas sobre tecnologías previas, por lo que continúan los estudios alrededor de ella, ya que su implementación supondría ventajas importantes.<sup>62</sup>

Un estudio del 2019 realizado en el Reino Unido, avalado por la Sociedad Internacional de Ultrasonido en Obstetricia y Ginecología (ISUOG), describe que una exploración de rutina entre las 11 a 13 semanas, realizada de acuerdo con un protocolo estandarizado, puede identificar muchas enfermedades no cromosómicas graves es decir anomalías fetales. Sin embargo, para aumentar la detección prenatal de malformaciones fetales, usualmente se recomiendan exploraciones adicionales en el segundo y tercer trimestre. En este estudio todas las evaluaciones ecográficas se llevaron a cabo según protocolos estandarizados, por ecografistas certificados para detectar anomalías fetales o por personal en entrenamiento, bajo la supervisión de un ecografista certificado. La mayoría de los ecografistas eran médicos de diferentes países en los primeros 6-12 meses de formación en medicina fetal, sometidos a

formación supervisada. La exploración ecográfica se llevó a cabo en su mayoría, por abordaje transabdominal.<sup>63</sup>

El tiempo asignado para la ecografía fue de 30 minutos y todos los casos de sospecha de defectos cardíacos fetales fueron examinados por un cardiólogo fetal. En este estudio se estableció que las anomalías se dividen esencialmente en tres categorías en relación con la capacidad de detección en la exploración de las 11 a 13 semanas: siempre detectable, nunca detectable o a veces detectable y demuestra que una mejora en la calidad de los equipos de ultrasonido y el uso de un protocolo estandarizado mejora la identificación de aquellos defectos que a veces son detectables.<sup>63</sup>

Para maximizar la detección prenatal de anomalías, pueden ser necesarias exploraciones adicionales en el segundo y tercer trimestre. Una revisión sistematizada y meta-análisis elaborada en el Reino Unido, titulada “¿Con qué frecuencia identificamos las anomalías fetales durante la ecografía de rutina del tercer trimestre?”, describe que con poca frecuencia, durante una exploración de rutina del tercer trimestre, se detecta una anomalía congénita fetal no diagnosticada previamente. En términos generales, esto incluye dos grupos separados: defectos congénitos que previamente estaban presentes, pero que no se detectaron a pesar del apego a los programas de cribado del primer y segundo trimestre, y anomalías estructurales que se desarrollan o se manifiestan solo al final del embarazo y no se pudieron detectar antes. La revisión bibliográfica que se realizó para la estructuración del artículo, identificó 9594 citas y 13 estudios fueron elegibles que representando a 141 717 mujeres; 643 fueron diagnosticados con una anomalía no detectada previamente. La prevalencia combinada de una nueva anomalía diagnosticada fue de 3.68 por cada 1000 mujeres evaluadas. Los grupos más grandes de anomalías fueron urogenitales (55%), anomalías del sistema nervioso central (18%) y anomalías cardíacas (14%).<sup>64</sup>

En Finlandia está implementado y es ampliamente recomendado el cribado ecográfico prenatal de anomalías congénitas. La exploración inicial básica por ultrasonido se lleva a cabo en el primer trimestre (11 a 13 semanas de gestación), en ella no se incluye la evaluación de la anatomía cardíaca. En la ecografía del segundo trimestre se incluye una vista de cuatro cámaras (sitio, eje, tamaño y simetría de las cámaras, frecuencia cardíaca, válvulas AV) y vista de los tractos de salida como se recomienda en recientes guías de ultrasonido. Es en el

segundo trimestre cuando se realiza una detección detallada de anomalías estructurales (18-22 semanas de gestación). Los programas nacionales de detección de anomalías estructurales congénitas son parte de la rutina en la atención prenatal en países desarrollados, como es el caso de Finlandia. Estudios previos sobre el impacto de los programas de detección de anomalías han examinado cohortes regionales; y los datos a nivel nacional son escasos. Las pautas recientes de ecografía obstétrica incorporan exámenes de detección de anomalías en el flujo de los tractos de salida y la vista de cuatro cámaras para mejorar la detección prenatal de defectos graves, como la Transposición de grandes vasos.<sup>65</sup>

Una recomendación sobre la detección de anomalías fetales fue dada por el Ministerio de Asuntos Sociales y Salud de Finlandia en 1999. Las notables diferencias de las evaluaciones ecográficas despertaron preocupación sobre la calidad y confiabilidad del cribado; fue entonces cuando un comité experto estableció nuevas recomendaciones oficiales. El programa nacional de cribado de anomalías fetales fue introducido en Finlandia en enero de 2007. Un nuevo decreto entró en vigor en enero de 2010 que indicaba que todos los municipios debían ofrecer una prueba de detección de anomalías congénitas para todas las mujeres embarazadas. Se otorgó un período de transición de 2007 a 2009 para organizar el cribado fetal en todos los municipios de Finlandia.<sup>65</sup>

Actualmente en el país el examen es voluntario y gratuito y se incluye el ultrasonido del primer trimestre, tamizaje combinado de cromosopatías así como la ecografía del segundo trimestre. Los exámenes los realizan principalmente parteras. Si se sospecha una anomalía, la paciente es derivada a un perinatólogo o un cardiólogo fetal para un ecocardiograma fetal detallado. Mujeres con riesgo elevado de cardiopatía fetal usualmente se derivan directamente a un perinatólogo o un cardiólogo fetal.<sup>65</sup>

Bélgica en un informe brindado al European Registration of Congenital Anomalies and Twins (EUROCAT), reportó una detección prenatal de 1997 a 2012 del 29.3% para las malformaciones cardíacas en general y 40.2% para las malformaciones cardíacas graves. También se informó que el 14.1% de las cardiopatías congénitas en general y el 20.5% de las malformaciones graves fueron detectadas antes de las 25 semanas de gestación.<sup>33</sup>

En Holanda donde se encuentra implementado un programa de control de calidad, para la detección de cardiopatías congénitas, la tasa para el diagnóstico total de defectos cardiacos congénitos fue de 59,7%. Una revisión sistemática realizada en los últimos años, que tomó en cuenta 7 estudios con un total de 4992 pacientes, reportó una tasa de detección prenatal de cardiopatías congénitas del 45.1%.<sup>33</sup>

Finalmente, con base en la información descrita en los párrafos anteriores, puede determinarse que las diferencias en cuanto al uso del ultrasonido obstétrico en la detección prenatal de las anomalías cardiacas congénitas entre países desarrollados de América del Norte y Europa y países en desarrollo de Latinoamérica, son abismales. En la mayoría de países en desarrollo de Latinoamérica no se cuenta con datos exactos sobre la incidencia de cardiopatías congénitas y son aún más escasos los datos en relación a la tasa de detección de estos defectos por ultrasonido. En su mayoría los países desarrollados se rigen por lo establecido en las guías internacionales y cuentan con protocolos a seguir establecidos, ante la sospecha de anomalías cardiacas congénitas. Mientras que en países como Guatemala, aún no se cuenta con una guía práctica clínica para el desarrollo de la evaluación ecográfica durante la gestación y lo que es aún más preocupante, en algunos centros de salud, a los cuales se deriva a una cantidad importante de pacientes gestantes, no se cuenta con equipo de ecografía, ni con ecografistas calificados.

## **Capítulo 4. Uso del ultrasonido obstétrico en el manejo prenatal de defectos cardiacos congénitos**

### **SUMARIO**

- Generalidades
- Ecocardiografía fetal
- Evaluación genética fetal
- Intervencionismo cardiaco fetal
- Interrupción de la gestación
- Manejo de anomalías cardiacas congénitas en países desarrollados de América del Norte y Europa y países en desarrollo de Latinoamérica

La detección oportuna de los defectos cardiacos congénitos, facilita y mejora el manejo prenatal de estas patologías. Varios textos coinciden en un algoritmo de manejo luego de la detección por ultrasonido o alta sospecha de una anomalía cardiaca congénita. Este algoritmo se describe en los siguientes párrafos, con especial énfasis en el intervencionismo cardiaco fetal, ya que se considera un tema innovador y del cual en Latinoamérica aún no se tienen datos ni información detallada. Pocos centros alrededor del mundo realizan intervencionismo cardiaco fetal y los registros de estos procedimientos continúan siendo escasos. A pesar de ello, los avances en la tecnología del ultrasonido, así como el mejoramiento en las técnicas y modalidades del manejo de los defectos cardiacos congénitos en el periodo antenatal, suponen una esperanza creciente en la mayor supervivencia y mejor pronóstico de los fetos afectados.

### **4.1. Generalidades**

Con el aumento de la utilidad de la detección prenatal y la cirugía correctora en pacientes con cardiopatías congénitas, el hallazgo oportuno y el análisis de las anomalías del sistema cardiovascular puede prevenir significativamente su morbilidad.<sup>54</sup> Es de vital importancia que la detección se lleve a cabo por personal experimentado, con la tecnología y equipos adecuados, ya que aproximadamente la mitad de las principales anomalías fetales pueden detectarse oportunamente. Dentro de las ventajas de una detección oportuna se

encuentran: el poder buscar atención especializada, y seguimiento estrecho de la paciente con un equipo multidisciplinario, también permite el asesoramiento de los padres con respecto a la condición fetal, para explorar opciones en el manejo del embarazo como terapia fetal o la interrupción.<sup>66</sup>

Los defectos cardiacos congénitos mayores, conocidos también como malformaciones complejas del corazón tienen una prevalencia de 4 por cada 1000 nacidos vivos. Se incluyen dentro de ellas las anomalías en la estructura cardiaca y de los grandes vasos. Estas usualmente requerirán intervenciones como cateterismo o tratamiento quirúrgico durante los primeros días o meses de vida del recién nacido.<sup>67</sup>

Como se ha mencionado anteriormente la ecografía 2D, se sigue considerando la herramienta estándar o de rutina para la evaluación del corazón fetal y es el punto de partida para el resto de intervenciones en casos de malformaciones cardiacas fetales. EL ultrasonido convencional es la base para el diagnóstico de las malformaciones cardiacas.<sup>67</sup> Luego que se tiene la sospecha de un defecto cardiaco por medio de la evaluación ecográfica, o que la madre presente factores de riesgo asociados a malformaciones cardiacas congénitas, los cuales han sido mencionados en el capítulo de anomalías cardiacas congénitas y dentro de los cuales se incluyen:

Factores de riesgo fetales para derivación a evaluación cardiaca más detallada:

- Aumento de la translucidez nucal.
- Hidrops fetal.
- Alteraciones fetales conocidas por su asociación con cardiopatías congénitas.
- Sospecha de alteraciones cardiacas en el tamizaje por ecografía convencional.
- Arritmias fetales.
- Alteraciones en el cariotipo.<sup>61</sup>

Factores de riesgo maternos para derivación a evaluación cardiaca más detallada:

- Historia familiar de cardiopatías congénitas.
- Ingesta de fármacos teratógenos (litio, antiepilépticos).

- Ac. Anti-Ro o anti-L maternos
- Infecciones <sup>61</sup>

Luego de la detección de un defecto cardíaco, o alta sospecha de esta condición por el interrogatorio materno y determinación de factores de riesgo, continúan una serie de acciones a realizar con la madre gestante. Los siguientes apartados se encuentran basados en un algoritmo de manejo de cardiopatías fetales planteado en el artículo “Cardiopatías congénitas, diagnóstico y manejo prenatal” publicado en el 2020, por César H. Mellerá, Sofía Grinenco, Horacio Aielloa, Antonela Córdoba, María M. Sáenz, Pablo Marantz et al. <sup>33</sup>

Como primer paso en el manejo de las cardiopatías congénitas detectadas en el periodo prenatal, es necesario derivar a la mujer gestante para una evaluación especializada del corazón fetal. Con los años se han desarrollado diferentes técnicas que permiten el diagnóstico específico de las cardiopatías congénitas, tal es el caso de la ecocardiografía fetal. <sup>33</sup>

## **4.2. Ecocardiografía fetal**

La ecocardiografía fetal es una técnica no invasiva, que se realiza por medio de una valoración transabdominal para la evaluación del corazón fetal. Los equipos más modernos permiten la valoración cardíaca fetal desde el primer trimestre de gestación. Este método representa en países desarrollados la principal herramienta para el diagnóstico y valoración detallada de la anatomía cardiovascular fetal, y suele emplearse con esta finalidad, desde finales del primer trimestre, hasta que culmina la gestación. Con los últimos avances en su tecnología se pretende que no solamente tenga una utilidad en la evaluación estructural del corazón fetal, sino que también tenga un alcance en su evaluación funcional. A pesar de que ya son varios años de que la ecocardiografía fue implementada en el diagnóstico prenatal, su uso actual aún es controversial y muchas veces aún es cuestionada la técnica ideal, su alcance y la definición exacta. <sup>68</sup>

En los últimos años la ecocardiografía fetal se ha convertido en una herramienta crucial en la valoración de los defectos cardíacos congénitos. En los países desarrollados la ecocardiografía se ha convertido en un medio diagnóstico de rutina para las malformaciones

cardiacas. Sus inicios en la detección prenatal a mediados de la década de 1980, con la vista detallada de las 4 cámaras cardiacas entre las semanas 18-22, marco el inicio para el desarrollo y mejoramiento de diversas técnicas, cortes y planos para la exploración de la anatomía cardiaca fetal. A partir de entonces, en diferentes países se han desarrollado varios programas de detección, mejorando su sensibilidad implementando proyecciones para la evaluación de los tractos de salida de los dos ventrículos (TSVI / TSVD) y luego la implementación de proyecciones para evaluar los vasos sanguíneos en mediastino superior con los planos de los tres vasos y tres vasos-tráquea (P3V y P3VT).

Existen lineamientos ecográficos para obtener imágenes de calidad del corazón fetal, dentro de ellos se pueden mencionar la utilización de sondas que empleen frecuencias por encima de 3.5MHz, esto es especialmente importante en proyecciones en las que existan ventanas ecográficas difíciles y también para fetos en el tercer trimestre de gestación. Algunos elementos como el uso de un buen contraste en la escala de grises, así como el empleo de zoom y algunos otros elementos mejorarán la calidad de las imágenes obtenidas. A pesar de que la ecocardiografía es considerada una herramienta fundamental en el diagnóstico definitivo de la cardiopatía congénita, según las guías de práctica clínica más recientes, esta debe emplearse únicamente cuando existen motivos válidos.<sup>67</sup>

En manos experimentadas, la ecocardiografía puede realizar el diagnóstico de hasta el 90% de los defectos cardiacos congénitos. En una vista de las cuatro cámaras se detectan en promedio el 50% de las cardiopatías congénitas, y con el uso de las proyecciones para evaluar los tractos de salida y 3 vasos con tráquea, el porcentaje de detección se eleva al 90%. Las técnicas que se utilizan incluyen los modos M, bidimensional, Doppler en todas sus modalidades y el ultrasonido 3D, especialmente con la implementación de la tecnología STIC (*spatio-temporal image correlation*). Estos avances tecnológicos proporcionan la posibilidad de un diagnóstico temprano para poder ofrecer el tratamiento adecuado, en caso de que la malformación pueda ser tratada o dar a los padres las opciones con respecto a la gestación y su producto.<sup>68</sup>

Luego de realizar una exploración detallada del corazón fetal, es recomendable llevar a cabo una ecografía morfológica detallada, ya que varios de los defectos cardiacos (25-45%),

tienen malformaciones extracardiacas asociadas, tal es el caso de la tetralogía de Fallot, el canal auriculoventricular y las anomalías de la posición cardiaca.<sup>33</sup>

### **4.3. Evaluación genética fetal**

Los marcadores ecográficos son hallazgos que pueden en varias ocasiones representar variaciones normales en la anatomía fetal y que no constituyen necesariamente una malformación. Sin embargo estas variantes pueden constituir un riesgo elevado de cromosomopatías, por lo que es importante seleccionar a las gestantes en riesgo de cromosomopatías, para brindar a los padres la oportunidad de conocer la condición fetal, sus causas, pronóstico y tomar decisiones basadas en esa información. A diferencia de los marcadores ecográficos, las malformaciones fetales son siempre una indicación para el diagnóstico prenatal invasivo.<sup>69</sup> Es el caso de las cardiopatías congénitas, ya que pueden estar asociadas a anomalías genéticas, algunos ejemplos típicos de esto, son las cardiopatías conotruncales, que incrementan notablemente el riesgo de síndrome de DiGeorge, el canal auriculoventricular que se encuentra fuertemente ligado con la trisomía 21. Como se mencionó, las malformaciones fetales son indicación para evaluación genética por métodos invasivos, ejemplo de ello son la amniocentesis o la punción de vellosidades coriónicas.<sup>33</sup>

Luego de determinar que existe la indicación para el diagnóstico genético fetal, es necesario el asesoramiento genético prenatal. En este se lleva a cabo un proceso de comunicación en el cual se informan los riesgos asociados, la posibilidad de tratarla o paliarla. Su finalidad es ayudar a los padres en el proceso de adaptación, tratando en el proceso factores médicos, genéticos y psicológicos. Dentro de los aspectos que deben incluirse en el asesoramiento genético deben tomarse en consideración la ansiedad de las mujeres gestantes ante el diagnóstico del producto y las numerosas preocupaciones subsecuentes, en algunos países la interrupción de la gestación por defectos congénitos antes de las 22 semanas se encuentra contemplada en su legislación, y siendo el caso, se deben dar a conocer todas las opciones posibles a los progenitores; se deben dar a conocer las limitaciones en las ecografías de seguimiento; así como la necesidad en varias ocasiones de métodos invasivos, que pueden en algunos casos provocar la pérdida del producto; y por último el proceso de comunicación debe asegurar que los progenitores, tengan toda la información necesaria con respecto a sus opciones considerando las implicaciones legales, éticas y sociales. Este proceso debe basarse en los principios de Autonomía, Beneficencia y No Maleficencia.<sup>69</sup>

Las opciones para continuar con el diagnóstico genético son:

- Seguimiento por ecografía, ya que son varias las pacientes que prefieren no realizar ningún estudio genético posterior.
- Análisis de ADN fetal libre, el cual se encuentra disponible en algunos centros y debe ofrecerse a la madre independientemente de ello. Es una prueba no invasiva, en la que se analiza el suero materno ya que parte del ADN fetal circula en el torrente sanguíneo de la madre, pudiendo determinar algunas aneuploidías, por medio de esta herramienta. Este procedimiento puede ser la opción para las madres que no desean un procedimiento invasivo con riesgo de pérdida fetal, sino únicamente desean un tamizaje un poco más sensible que la para aneuploidías, para prepararse ante la llegada de un recién nacido con un defecto congénito.
- Procedimientos invasivos para obtener muestras fetales, para el diagnóstico genético. Anteriormente se describía que la amniocentesis y la biopsia corial, tenían un riesgo de pérdida fetal del 1%, sin embargo una revisión sistemática reciente demostró que el riesgo es menor, siendo del 0.11% para la amniocentesis y del 0.22% para la biopsia corial. Aunque no se considera que estos procedimientos posean un riesgo elevado de pérdida fetal, de igual manera deben ser realizados por ecografistas certificados y experimentados.

69

- a) La punción de vellosidades coriónicas o biopsia corial, se suele realizar entre las 11-14 semanas de gestación, por vías transabdominal o transcervical. Dentro de sus ventajas se puede mencionar que puede realizarse tempranamente en la gestación, además de que en la muestra se puede extraer una cantidad considerable de ADN fetal para los estudios genéticos posteriores. Dentro de sus desventajas se considera que no es una buena muestra para los cultivos celulares, con altas probabilidades de falla en los cultivos celulares y obtención de cariotipos de baja resolución, además en un 2-3% las muestras pueden tener contaminación materna y de esta forma alterar los resultados.

En una revisión sistemática reciente se demostró que el riesgo de pérdida fetal con la amniocentesis es del 0.11%.<sup>69</sup>

- b) La amniocentesis, se puede realizar a partir de las 15 semanas de gestación, hasta su culminación. Se obtiene una muestra de líquido amniótico por medio de punción transabdominal. En sus ventajas se puede incluir que es una mejor muestra para los cultivos celulares, con una baja probabilidad de falla para los mismos. Sus desventajas son, que se lleva a cabo de forma más tardía durante la gestación, lo cual retrasa el diagnóstico genético y ser una muestra con una menor concentración de ADN fetal. La contaminación materna se da en menos del 0.2% de los casos.<sup>69</sup>
- c) La funiculocentesis o cordocentesis, puede realizarse a partir de las 20 semanas de gestación. Es un procedimiento que actualmente no se emplea con frecuencia ya que tiene un riesgo elevado de pérdida fetal y complicaciones maternas y fetales.<sup>69</sup>

Luego de haber obtenido la muestra pueden hacerse diferentes estudios, se pueden evaluar anomalías de cromosomas, síndromes de microdeleciones y anomalías mendelianas. En la consulta de asesoramiento, se explican los posibles estudios a realizar con las muestras obtenidas:

- El estudio cromosómico, involucra el cariotipo estándar y puede detectar anomalías cromosómicas numéricas, por ejemplo la trisomía 21 y alteraciones estructurales como una translocación desbalanceada. La frecuencia de las anomalías cromosómicas detectadas dependerá del tipo de cardiopatía congénita que haya sido diagnosticada.
- La reacción en cadena de la polimerasa fluorescente cuantitativa, es una prueba rápida que permite obtener un diagnóstico rápido en un promedio de 24-48 horas. Con este análisis pueden ser detectadas las aneuploidías más comunes, como las trisomías 21, 18 y 13 y los defectos cromosómicos sexuales.
- El cultivo celular de la muestra permite el estudio del cariotipo para confirmar los resultados de las pruebas rápidas y también para realizar el diagnóstico de condiciones menos comunes. Los resultados suelen obtenerse luego de 15-20 días.<sup>33,69</sup>

- La Hibridación fluorescente in situ (FISH), logra determinar aneuploidías y microdeleciones/duplicaciones, por ejemplo en la cardiopatía cono-truncal, la delección del 22q11, que da lugar al síndrome de DiGeorge. <sup>33,69,70</sup>
- El estudio de chromosomal microarray analysis (CMA), es una técnica que permite la detección de duplicaciones o deleciones de regiones de ADN. Esta es hasta 100 veces superior al cariotipo en cuanto a resolución y realiza el diagnóstico tanto de cromosopatías grandes que usualmente pueden ser detectadas por el método tradicional, como de aneuploidías submicroscópicas, que no son detectables por el estudio de cariotipo convencional. El uso de esta herramienta cuando existe una cardiopatía congénita, mejora la detección de anomalías genéticas entre un 7-12%. A pesar de los beneficios de esta técnica, el elevado costo de la misma, limita su uso. <sup>33,69</sup>
- La secuenciación de todo el genoma, aún se encuentra en estudio, sobre todo su uso en la etapa prenatal. Algunos laboratorios la ofrecen luego de que quedan dudas sobre el diagnóstico genético, en pacientes con resultados negativos en examen de *arrays*. <sup>69</sup>

Después de haber completado la etapa diagnóstica, luego de haber confirmado el diagnóstico de la cardiopatía congénita, así como haber determinado si se encuentra aislada o asociada a alguna anomalía genética y de haberle brindado a los progenitores la asesoría completa con respecto a la condición del feto, así como de las posibles opciones, se debe continuar con el seguimiento del embarazo de rutina. La madre debe seguir asistiendo a sus citas de control prenatal para completar sus controles de laboratorio, registro de presión arterial, entre otros. Seguidamente si la cardiopatía congénita puede ser tratada por intervencionismo y el país cuenta con la capacidad de realizarlo, se procede a este paso. <sup>33</sup>

#### **4.4. Intervencionismo cardiaco fetal**

Los avances en la evaluación por ultrasonido y el constante mejoramiento en las técnicas de imagen, han permitido que las cardiopatías congénitas se detecten más tempranamente. Esto a su vez ha despertado el interés por el desarrollo de técnicas y

procedimientos para mejorar el pronóstico de los casos graves, estimulando el desarrollo de posibles intervenciones cardíacas fetales (ICF). La certeza en el diagnóstico de las malformaciones cardíacas fetales, la comprensión de su hemodinamia y su historia natural intraútero, así como la detección de taquiarritmias y bradiarritmias, han cooperado en el desarrollo y avance del intervencionismo cardíaco fetal.<sup>11</sup>

El primer registro sobre terapia fetal cardíaca en humanos, data de 1975, cuando se administró en el caso de una arritmia ventricular, un betabloqueador por vía transplacentaria. La evolución del ICF se ha dado a través del tiempo por la necesidad de gestionar los cuidados para el feto con cardiopatías congénitas graves, tanto arrítmicas como estructurales y potencialmente fatales, que requirieran de una intervención intrauterina urgente. Avances en la tecnología del transductor y en el procesamiento de la información, así como las mejoras en la resolución han permitido una mejor visualización de los defectos estructurales complejos y la evaluación funcional cardíaca fetal, con el advenimiento de la técnica Doppler.<sup>11</sup> En los últimos años el intervencionismo cardíaco fetal se ha empleado alrededor del mundo para cambiar el curso natural de algunas cardiopatías, con ello el interés en el desarrollo de estas técnicas ha crecido.<sup>71</sup> Sin embargo las intervenciones prenatales que aún se encuentran en evaluación y por ello aún no se encuentran estandarizadas en el tratamiento de estas patologías son las valvuloplastias, colocación de *stent* y pericardiocentesis. Estos procedimientos no representan riesgo significativo para la madre sin embargo el feto puede sufrir complicaciones y la mortalidad asciende hasta en un 11% de ellos, según el Registro Internacional de Intervenciones Cardíacas Fetales.<sup>33,72</sup>

La experiencia en el campo del intervencionismo fetal cardíaco es aún escasa en la mayoría de países, esto se debe principalmente a que son pocos los defectos cardíacos congénitos candidatos para este tipo de procedimientos. Además influyen el diagnóstico tardío de estas condiciones y la falta de centralización de casos en un único centro en donde se lleve a cabo el entrenamiento pertinente para realizar el procedimiento. En el mundo los centros que acumulan mayor experiencia en el intervencionismo fetal cardíaco, no superan el centenar de casos. Se han implementado diferentes puntajes para la selección de los pacientes candidatos. Se describió un sistema de puntuación por el grupo de Boston en el que se otorga 1 punto a cada variable y una puntuación >4 se interpreta como la posibilidad de hasta el 42% de lograr una circulación biventricular, si la puntuación es <4 la tasa para la circulación biventricular es igual al 0%.<sup>71</sup>

#### 4.4.1. Clasificación de las intervenciones cardiacas fetales

- **ICF farmacológico:** está indicado para taquiarritmias y bradiarritmias fetales, incluyendo el bloqueo cardiaco y consiste en la administración de un fármaco para entrega transplacentaria. Las arritmias son infrecuentes, pero suelen ser graves. Las taquiarritmias fetales, son en su mayoría, taquicardias supraventriculares por reentrada y aleteo auricular, se realiza el diagnóstico con una frecuencia cardiaca fetal superior a 180-190 latidos por minuto. Las bradiarritmias, se definen por una frecuencia cardiaca fetal inferior a 100-110 latidos por minuto. <sup>11, 33</sup>

Distintas drogas como digoxina, amiodarona, betabloqueadores, sotalol, flecainida y terbutalina, han sido utilizadas en la terapia de las arritmias. Si estas afecciones no son tratadas, pueden aparecer en el feto signos de hidropesía y en algunos casos esto conducirá a un desenlace fatal. La etiología de la bradicardia puede ser la disfunción del nodo sinusal, es decir un bloqueo auriculoventricular, aunque también puede originarse por hipoxia fetal. En el caso del bloqueo auriculoventricular, este puede conducir a la hidropesía fetal y puede asociarse a anomalías cardiacas estructurales o enfermedad autoinmune materna. Cuando no existe una anomalía estructural que pueda evidenciarse, es necesario determinar en la madre los niveles de anticuerpos maternos anti-Ro y anti-La, que por paso transplacentario, pueden originar el daño a nivel de la conducción miocárdica por fibroelastosis, incrementando el riesgo de bloqueo AV, de 1-2% sin antecedentes y 15-20% con historia de un hijo previo afectado. <sup>33</sup>

El tratamiento farmacológico para la taquicardia supraventricular o ventricular sostenida tiene un grado de recomendación de clase I. Las demás indicaciones tienen una recomendación clase IIa (indica que el tratamiento es razonable y puede ser útil), para simpaticomiméticos para el bloqueo AV y otros fármacos para la TV intermitente, mientras que la clase de recomendación es IIb (indica que el tratamiento puede ser considerado pero su utilidad y eficacia no se encuentra bien establecida), para dexametasona en el bloqueo AV inmunomediado y para digoxina en la insuficiencia cardiaca fetal. <sup>11</sup>

- **ICF cerrado:** se refiere al intervencionismo mecánico percutáneo. Son las intervenciones fetales en las que no se realiza una apertura quirúrgica uterina y el acceso al feto se realiza por un puerto no mayor a 3mm de diámetro. El primer caso registrado de ICF cerrado, fue descrito por Maxwell et al en 1991, el procedimiento fue una valvuloplastia aórtica con balón. Su objetivo es cambiar el curso negativo de las malformaciones congénitas cardiacas y de esta forma prevenir la muerte fetal o mejorar el estado del recién nacido, lo cual se hará evidente en la disminución de la morbilidad y mortalidad fetal y neonatal por anomalías cardiacas congénitas. <sup>11</sup>

El ICF cerrado se realiza bajo anestesia general con guía ecográfica con una aguja calibre 18-19. <sup>14</sup> La aguja se introduce en el abdomen materno en dirección a la región costal del feto, luego se introduce en el espacio intercostal para llegar al corazón fetal. Después del aprendizaje se ha logrado una tasa de éxito del 75-80% para valvuloplastias aórticas. En otro estudio en donde se incluyeron 123 fetos, de los cuales 71 fueron sometidos a valvuloplastia aórtica durante los años 2000-2008, y 52 durante 2009-2015, se reportó una tasa de éxito del 73%, en el periodo más antigua, frente al 95% de éxito en el periodo más reciente. Además en los neonatos vivos fue más probable la circulación biventricular, en el periodo más reciente. En los casos de síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, la valvuloplastia aórtica puede mejorar la fisiología del corazón izquierdo y el desarrollo de la válvula mitral y aórtica. <sup>11</sup>

Todas las lesiones que cumplen con lo requerido para ICF cerrado, tienen recomendaciones clase IIb con un nivel de evidencia B o C. El Nivel B, se refiere a calidad moderada de evidencia y se basa en uno o más ensayos controlados y estudios observacionales. El Nivel C, se basa en estudios observacionales con limitaciones y meta-análisis de estos estudios. <sup>11</sup>

En los fetos con estenosis aórtica crítica y síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, en la cual debido a la evolución de la enfermedad valvular y a la obstrucción severa al flujo anterógrado se produce una falta de crecimiento del ventrículo izquierdo que lo hará incapaz de mantener una adecuada circulación sistémica al nacimiento <sup>33,71</sup>, el objetivo del intervencionismo cardiaco fetal es liberar la estenosis en la válvula y el tabique auricular restrictivo o intacto, para promover el flujo anterógrado y estimular el crecimiento de las estructuras izquierdas y derechas para facilitar la reparación postnatal. La apertura del

tabique auricular proporciona alivio de la hipertensión auricular izquierda y previene la vasculopatía pulmonar. La intervención no siempre obtiene un mejor resultado postnatal, por lo que la elección de los fetos para el procedimiento es de vital importancia.<sup>11</sup>

Aunque en teoría la ICF mejora el desarrollo neurológico al mejorar el flujo sanguíneo cerebral y por lo tanto su oxigenación, se ha descrito que el neurodesarrollo ha sido similar en pacientes con síndrome de corazón hipoplásico sin intervencionismo. Los factores innatos del paciente y la morbilidad durante la infancia, tiene importantes implicaciones en el desarrollo neurológico.<sup>11</sup>

- **ICF abierto:** implica una histerotomía para el tratamiento quirúrgico del feto o el acceso a través de un trocar de 3mm o más de diámetro.<sup>14</sup> El primer reporte de un intervencionismo fetal cardiaco abierto fue publicado en 1986, cuando se colocó a un feto un marcapasos. A partir de entonces han sido reportados pocos casos aislados, pero esta modalidad de intervencionismo no ha sido aceptada clínicamente ya que son más probables la disfunción placentaria por un aumento de la resistencia vascular y la consecuente hipoxia fetal por flujo sanguíneo deficiente.<sup>11</sup>

Dentro de las contraindicaciones maternas para intervencionismo cardiaco fetal se encuentran las morbilidades maternas que pondrían en peligro a la madre por la administración de anestésicos. Las contraindicaciones relativas incluyen: obesidad, diabetes mal controlada, infección por VIH, coagulopatías. Los riesgos para la vida materna son relativamente menores e involucran: complicaciones por anestesia, desprendimiento placentario, parto pretérmino y aumento de la presión arterial. En las contraindicaciones fetales se mencionan las anomalías cromosómicas importantes y extracardiacas importantes, y comorbilidades así como las gestaciones múltiples. Los riesgos para el feto incluyen bradicardia como consecuencia de la punción de la aguja en el corazón, hemopericardio, taponamiento cardiaco y posible muerte fetal.<sup>11</sup>

Es de vital importancia que el manejo de las cardiopatías congénitas se realice bajo un enfoque multidisciplinario, para mejorar las técnicas del proceso y mejorar la seguridad para la madre y para el feto, asegurando el cumplimiento de los objetivos, ya que el intervencionismo

fetal tiene un gran potencial en el manejo de las enfermedades cardiacas congénitas.<sup>11</sup> Además el consentimiento informado debe considerarse esencial en el proceso, explicado a los progenitores por personal especialmente capacitado y experimentado, que incluya la información sobre la realización de técnicas que aún continúan en investigación y sobre los riesgos materno-fetales y el pronóstico. Así como las distintas alternativas de tratamiento y la legislación propia de cada país. Se debe enfatizar en el respeto a la decisión voluntaria.<sup>14</sup>

Conocer el diagnóstico de una malformación cardiaca fetal de forma temprana, permite también la referencia a un centro especializado en donde se planifique por medio de un equipo multidisciplinario, el tratamiento postnatal ya sea quirúrgico o paliativo. En cuanto a la vía de finalización de la gestación, esta se evaluará de acuerdo a criterios obstétricos, en general, los defectos cardiacos congénitos no son contraindicación para el parto por vía vaginal. Con un diagnóstico previo y conociendo la condición congénita del feto, el parto debe planificarse en un centro con un equipo neonatal capacitado y especializado y en un centro de Neonatología con la capacidad de evaluación y tratamiento cardiovascular.<sup>33</sup>

#### **4.5. Interrupción de la gestación**

Por último pero no menos importante con respecto al manejo prenatal de las anomalías cardiacas congénitas, en algunos países la legislación permite que los progenitores puedan decidir culminar el embarazo si las malformaciones fetales son de mal pronóstico. La ley Orgánica del aborto 2/2010 en España establece en su artículo 14 que, según lo solicite la mujer gestante, podrá realizarse la intervención dentro de las primeras 14 semanas de gestación. En el artículo 15 se especifica que el periodo se alarga hasta las 22 semanas completas de gestación bajo dos condiciones: cuando exista riesgo de malformaciones graves en el feto y cuando se diagnostiquen anomalías fetales incompatibles con la vida o que perjudiquen gravemente la salud de la embarazada.<sup>73</sup>

Se debe reconocer que esto involucra un suceso traumático para los progenitores, no deben subestimarse las secuelas psicológicas de dicho proceso y por lo tanto es necesaria en muchas ocasiones la derivación de los progenitores para la respectiva atención multidisciplinaria que les permitan recibir un apoyo psicológico de calidad.<sup>73</sup>

#### **4.6. Manejo de anomalías cardíacas congénitas en países desarrollados de América del Norte y Europa y países en desarrollo de Latinoamérica**

En la mayoría de países occidentales las cardiopatías cardíacas congénitas son la primera causa de muerte infantil por defectos congénitos. En el mundo se ha descrito que ocurre en 6 de cada 1000 niños nacidos vivos. Además del deterioro en la salud del niño, la preocupación de los padres así como la carga financiera para ellos, las cardiopatías congénitas representan un verdadero problema para la salud pública, e importantes costos para los países. En Estados Unidos de América, los costos asociados a los defectos cardíacos congénitos ascienden a aproximadamente 1.4 billardos de dólares al año.<sup>74</sup>

La cirugía fetal tiene aproximadamente 40 años de haber iniciado, aún no ha sido establecida como tal pero se considera que los recientes avances en este campo conforman una nueva especialidad médica multidisciplinaria que permite ver al feto como un paciente individual en relación con su madre. (75) La intervención fetal intraútero ha mejorado el pronóstico en algunos casos, lo que conduce a la disminución de la morbilidad y mortalidad por esta causa. Alrededor del mundo son pocos los centros especializados en los que se realiza el intervencionismo fetal cardíaco. Estos centros se han unido para colaborar entre ellos con una constante evaluación y registro de los procedimientos que aún son complejos, inusuales e innovadores.<sup>74</sup>

Para ello se ha creado el Registro Internacional de Intervención Cardíaca Fetal (IFCIR), cuya finalidad es mejorar la atención y los resultados para las madres y recién nacidos cuando estos presentan una cardiopatía congénita. Por medio de IFCIR, se comparten las experiencias, protocolos, aspectos técnicos y resultados en pacientes fetales con cardiopatías congénitas que califican para intervencionismo cardíaco. IFCIR representa un grupo independiente de centros médicos y profesionales de la salud, respaldado por miembros de las principales organizaciones científicas de médicos que trabajan en este campo. Algunas organizaciones que cooperan con este fin son:<sup>74</sup>

La North American Fetal Therapy Network (NAFTNet), es una institución en la que se encuentran asociados voluntariamente 36 centros ubicados en Estados Unidos de América y

Canadá. En estos centros se llevan a cabo procedimientos fetales intraútero avanzados y los médicos que ejercen en estas unidades de tratamiento fetal, se desenvuelven en entornos académicos y comunitarios y son especialistas en medicina materno-fetal, neonatología, cardiología pediátrica, cirugía pediátrica y ecografía fetal. La finalidad de NAFTNet es brindar una organización general para estos centros y fomentar de esta manera la cooperación entre las diferentes unidades que practican la medicina fetal y promover el campo de la investigación en este territorio. Los centros que forman parte de esta organización, poseen equipos multidisciplinarios que desarrollan programas activos de diagnóstico y tratamiento clínico prenatal. Estos equipos multidisciplinarios son conformados por especialistas en cirugía pediátrica y otras especialidades quirúrgicas, neonatología, cardiología pediátrica y otras especialidades pediátricas, genética clínica, anestesiología con experiencia en anestesia obstétrica, y especialistas en imágenes fetales. Cabe destacar que no todos los centros de Norte América que trabajan en el campo de la medicina materno-fetal, son parte de NAFTNet.<sup>76</sup>

Europa también forma parte de las instituciones que cooperan con IFCIR, la Asociación Europea de Cardiología Pediátrica y Congénita (AEPC). La AEPC fue fundada en Lyon en 1963 como Association Européenne pour la Cardiologie Pédiatrique. A partir de entonces, AEPC ha funcionado como una red de especialistas comprometidos con la práctica y el avance de la Cardiología Congénita y campos estrechamente relacionados. Actualmente cuenta con la revista *Cardiology in the Young*, con una membresía de aproximadamente 1060 cardiólogos pediátricos y otros especialistas que se desenvuelven en el campo de la cardiología pediátrica y campos relacionados. AEPC y su equipo de trabajo tienen la finalidad de mejorar la cooperación entre los miembros para fortalecer el campo de la investigación científica, así como el avance profesional para el mantenimiento de altos estándares de práctica profesional. Son miembros de AEPC, 32 países de Europa, a su vez cada país está representado por un delegado nacional. Aunque usualmente los países europeos son miembros, AEPC también cuenta con varios miembros fuera de Europa. La Asociación ayuda a otras organizaciones de otros países que trabajan en el ámbito de las cardiopatías congénitas. La AEPC, también trabaja en estrecha relación con la *European Society of Cardiology*.<sup>77</sup>

En una publicación de 2019, en Estados Unidos, sobre un informe oral del Registro Internacional de Intervención Cardíaca Fetal, se informaron de los resultados de Intervenciones cardíacas fetales invasivas. En él se incluyeron los registros internacionales de una década, con la finalidad de unir experiencias, técnicas y resultados de las ICF realizadas. Se informó del

estado actual del registro y actividad desde las descripciones iniciales en 2014-2015. Con el propósito de llevar a cabo el análisis descriptivo, se realizó una búsqueda en las bases de datos, para conocer detalles de diagnóstico, procedimientos realizados y resultados de la gestación y neonatales. Desde el informe inicial se han ingresado 328 más, para un total de 700; esto incluye información 452 casos en los que se realizó un intento de ICF. <sup>78</sup>

La mayoría de los procedimientos realizados corresponden a valvuloplastias aórticas (322) o pulmonares (64), con septoplastia auricular y / o colocación de *stent* (60), y otros procedimientos (6). La pérdida fetal global relacionada con el procedimiento fue 50 de 452 procedimientos, es decir el 11%, lo que coincide con la literatura existente. Todos los procedimientos posteriores a 2013 se realizaron por vía percutánea, sin registro de muertes maternas o complicaciones mayores registradas. El parto prematuro se describió en 69 de 291 (24%) recién nacidos vivos. En los recién nacidos vivos, el estado fisiológico favorable se observó en el 69% de ellos, por lo que se concluyó que los resultados evidencian un beneficio potencial del intervencionismo cardiaco fetal aun y cuando las pérdidas relacionadas al procedimiento fueron importantes. <sup>78</sup>

En otro informe publicado en el 2017 sobre el registro Internacional de Intervención Cardiaca Fetal, en fetos evaluados de 2001 a 2015 con síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, en el que fueron recopilados los reportes de 13 centros, se documentaron 89 casos de síndrome de corazón izquierdo hipoplásico y tabique auricular intacto o restrictivo, se excluyeron en el informe 17 pacientes que optaron por la interrupción del embarazo. De los 72 restantes, 47 casos de 8 centros se sometieron a intervención cardiaca fetal, únicamente con septoplastia auricular y 20 con colocación de *stent* en el tabique auricular. Hubo 36 (77%) procedimientos exitosos, siendo el de mayor éxito las septoplastias, sin embargo no se alcanzó la significancia estadística. Aunque no hubo complicaciones maternas, las complicaciones fetales fueron frecuentes y la muerte fetal ocurrió en 6 casos (13%). <sup>79</sup>

El parto por cesárea, la intervención posnatal inmediata, el foramen oval restrictivo y la reanimación neonatal, fueron menos frecuentes en los procedimientos de ICF exitosos en comparación con aquellos con ICF fallido o sin ICF. Sin embargo, la supervivencia general al alta fue escasa (35%). En la supervivencia general la diferencia no fue notoria (34% con ICF versus 36% sin ICF) y tampoco con el éxito del procedimiento (44% con ICF exitoso versus 33%

sin éxito o sin ICF). Los datos de seguimiento luego del alta, estuvieron disponibles en el 75% de los casos. La supervivencia a 1 año fue del 59% en los pacientes con ICF o con un foramen oval no restrictivo al nacer versus el 19% en pacientes sin ICF. Este análisis exploratorio confirmó la escasa supervivencia en esta población. El ICF exitoso se asoció con resultados secundarios de disminución de partos por cesárea y mejor estabilidad neonatal al nacimiento, disminución en las intervenciones postnatales y reanimación neonatal.<sup>79</sup>

Los centros más desarrollados que ofrecen servicios con técnicas avanzadas y con mejores resultados, se encuentran en Europa y Norte América. En Latinoamérica, se encuentran en desarrollo algunos centros de formación. Países como México, Brasil, Chile, Argentina y Venezuela han publicado importantes experiencias en cirugía fetal en general.<sup>14</sup> Sin embargo con respecto a intervencionismo fetal cardiaco la experiencia en Latinoamérica continúa siendo escasa. La mayoría de países en desarrollo cuenta con instituciones que se encargan del diagnóstico e intervención postnatal de las malformaciones cardiacas congénitas.

En Guatemala el acceso al tratamiento quirúrgico es limitado, debido principalmente al retraso en el diagnóstico, los retrasos en el proceso de derivación de los pacientes y los costos elevados de este tipo de tratamiento. La Unidad de Cirugía Cardiovascular (UNICAR) es la institución en el país que se encarga del diagnóstico de anomalías cardiacas congénitas por ecocardiografía, tratamiento intervencionista y procedimientos quirúrgicos para diferentes patologías, incluyendo comunicación Interventricular, comunicación Interauricular, tetralogía de Fallot, transposición de grandes vasos, entre otras.<sup>12, 80</sup>

En El Salvador no se cuenta con estudios ni protocolos de manejo de cardiopatías congénitas para población pediátrica. El Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom es el principal centro de referencia y el único que cuenta con programa de cirugía cardiaca pediátrica en el país. Un estudio publicado en 2019, evidenció que se realizó reparación de defectos del tabique ventricular en un periodo de enero de 2011 a diciembre 2016 a 102 pacientes, a los que también se realizó estudio genético, mostrando que el 11%, presentaban asociación sindrómica. El 100% de los pacientes fue diagnosticado por ecocardiografía transtorácica y la mortalidad postquirúrgica fue del 3.9%.<sup>13</sup>

Con respecto a la interrupción de la gestación, cada vez son más los países que permiten la interrupción de la gestación bajo diferentes circunstancias y si ocurre antes de un número determinado de semanas, en la actualidad son por lo menos 61 países los que permiten la interrupción de la gestación, dentro de estos se pueden mencionar: Austria, Bélgica, Francia, Italia, Bulgaria, Canadá, República Checa, Dinamarca, Alemania, Grecia, Noruega, Suiza, Suecia, Reino Unido, Holanda y Estados Unidos de América.<sup>81</sup>

En un estudio realizado en Italia, sobre la decisión de la interrupción de la gestación en presencia de malformaciones cardíacas congénitas, un total de 849 mujeres se sometieron a una consulta cardíaca prenatal desde enero 2013 a diciembre de 2019. De estas evaluaciones se comprobó que 103 de los fetos tenían una morfología cardíaca normal, 31 fetos no tenían registros de seguimiento por lo que fueron excluidos del estudio, en total 704 de los fetos tenían algún defecto cardíaco congénito, 134 (19,0%) presentaron un defecto del septum; 131 (18,6%) presentaron anomalías del arco aórtico o del corazón izquierdo; 41 (5,8%) presentaron anomalías del corazón derecho como hipoplasia del ventrículo derecho o displasia tricúspide; 45 (6,4%) presentaron algún defecto de las válvulas semilunares; 165 (23,5%) presentaron una patología conotruncal tal como transposición de las grandes vasos, ventrículo derecho de doble salida o tetralogía de Fallot; 43 (6,1%) presentaron corazón univentricular; 27 (3,8%) presentaron arritmias; y 118 (16,8%) presentaba otras CC no especificadas.<sup>82</sup>

La legislación italiana permite la interrupción de la gestación por anomalías congénitas antes de las 23 semanas de estación. En el estudio la tasa de interrupción de la gestación fue de 19.5% en caso de cardiopatía congénita aislada y del 24.5% en el caso anomalías extracardiacas asociadas o en asociación a anomalías en el estudio genético. Estadísticamente no hubo diferencia significativa en la tasa de decisión de interrumpir el embarazo entre esos 2 grupos.<sup>82</sup>

En 2017, el Center for Reproductive Rights agrupó a los países en 5 categorías, considerando las razones por las que el aborto es permitido en ellos. En Latinoamérica y el Caribe, se encontraron 8 países en categoría I, del total (26 países que se encuentran en esta categoría) en los cuales las leyes prohíben totalmente la interrupción del embarazo bajo cualquier circunstancia. Estos son: República Dominicana, El Salvador, Curazao, Aruba, Haití, Honduras, Jamaica y Nicaragua.<sup>10</sup>

En la categoría de II, los países latinoamericanos, que según sus leyes el aborto se permite para salvar la vida de la mujer, son: Antigua y Barbuda, Brasil, Chile, Guatemala, Dominicana, México (sin los estados Distrito Federal y Oaxaca), Panamá, Paraguay y Venezuela. <sup>10</sup>

La categoría III, representa a los países que en sus leyes se establece que se permite el aborto para preservar la salud de la mujer, en Latinoamérica hay 10 países en esta categoría de los 56 a nivel mundial, siendo estos: Bahamas, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Sait Kitts and Nevis, Santa Lucía, Granada, Trinidad y Tobago. <sup>10</sup>

En la categoría IV se encuentran 3 países latinoamericanos de los 14 países que en el mundo sus leyes establecen que el aborto es permitido por amplias razones. Usualmente estas leyes se emplean en varias circunstancias, tomando en cuenta factores, sociales o económicos de la madre. Los 3 países de Latinoamérica en esta categoría son: Barbados, Belice, Saint Vicent and the Granadies. <sup>10</sup>

Por último, en la categoría V donde el aborto es legal bajo cualquier circunstancia y con límites de edad gestacional, los países latinoamericanos que pertenecen son: Puerto Rico, Cuba, Guyana, Uruguay, en México el estado de Oaxaca y la Ciudad de México y recientemente Argentina. En Guatemala el Código Penal en su Decreto No. 17-73, Título VII, Capítulo III, Art. 133-140, establece que se permite la interrupción de la gestación sin límite en la edad gestacional, en situaciones en las que la vida de la mujer esté en riesgo. <sup>10</sup>

Finalmente, como se mencionó en un capítulo previo, las diferencias en cuanto al manejo prenatal de los defectos cardíacos congénitos en países desarrollados de América del Norte y Europa y países en desarrollo de Latinoamérica son amplias. Es parte del protocolo derivar a las pacientes con sospecha de malformaciones cardíacas congénitas para una evaluación especializada y exploración ecocardiográfica del corazón fetal en países desarrollados, mientras que en países en desarrollo, la mayoría de defectos cardíacos congénitos son detectados en etapas posteriores al nacimiento. Además el intervencionismo cardíaco fetal, es un tema no explorado en estos países, siendo incluso escasa la información y

los registros en países desarrollados. Por último, cabe mencionar dentro de estas diferencias, que en países como Francia e Italia el aborto se permite bajo cualquier circunstancia y hasta determinada edad gestacional, mientras que en países como Nicaragua y República Dominicana, el aborto no se permite por ninguna causa.

## Capítulo 5. Análisis

### SUMARIO

- Papel de los determinantes en la detección prenatal de anomalías cardíacas fetales.
- Análisis de utilidad del ultrasonido en la detección prenatal de las anomalías cardíacas congénitas.
- Análisis de la utilidad del ultrasonido en el manejo prenatal de las anomalías cardíacas congénitas.

Actualmente se reconoce que existen diferencias abismales en la atención en salud, entre países desarrollados y países en desarrollo. Con respecto a las causas específicas de mortalidad neonatal, también son evidentes las diferencias entre poblaciones. El uso del ultrasonido en la detección y manejo prenatal de las anomalías cardíacas congénitas, no es la excepción. En general a las malformaciones congénitas se les atribuye una buena proporción en cuanto a carga de morbilidad, estas acumulan en conjunto entre 25.3 y 38.8 millones de años de vida perdidos ajustados por discapacidad en el mundo. En los países en desarrollo, los defectos congénitos representan cerca del 5% de las causas de mortalidad, debido a otras causas predominantes (usualmente infecciosas) de mortalidad antes del año de vida, en contraste con países desarrollados en donde las malformaciones congénitas pueden significar hasta el 30% de las muertes en niños menores de 1 año. Además en estas regiones del mundo, los defectos congénitos son una causa importante de discapacidad durante la infancia.<sup>45</sup>

### **5.1. Papel de los determinantes en salud, en la detección prenatal de anomalías cardíacas fetales.**

Las cifras inferiores en países en desarrollo pueden deberse además al subregistro de defectos congénitos en estas regiones, las bajas tasas de detección prenatal debido a la atención primaria deficiente y a la falta de políticas en salud que prioricen estas condiciones y normen métodos de detección en mujeres gestantes. En los países en desarrollo de Latinoamérica, en su mayoría no cuentan o en el mejor de los casos cuentan con un sistema de vigilancia para anomalías congénitas, deficiente.<sup>45</sup>

Otro factor influyente en las diferencias en cuanto a la detección y manejo de las malformaciones congénitas entre países desarrollados y en desarrollo son los determinantes de la salud. Se define determinantes de la salud como el conjunto de factores del individuo y de otros elementos, como el social, económico y ambiental, que a su vez determinan el estado de salud de los individuos o de las poblaciones. Estos se clasifican en dos grupos: los que son responsabilidad del Estado, e incluyen determinantes políticos, económicos y sociales; y los determinantes de la salud intermedios y proximales, que median directamente en las condiciones de salud y enfermedad. Son parte de estos últimos: el estilo de vida, factores ambientales, aspectos biológicos y genéticos, y los asociados con la atención sanitaria, que incluye las características del proceso de atención en salud.<sup>83</sup>

Es común que los servicios de salud fallen en cuanto a accesibilidad, calidad y abastecimiento. Estas fallas suelen perjudicar sustancialmente a los grupos más vulnerables de las poblaciones. Estas diferencias en cuanto a la atención en salud, han sido descritas en la literatura por décadas, y cuando son innecesarias, evitables, arbitrarias e injustas se determina que existe inequidad en salud. La inequidad en salud aumenta las tasas de morbi-mortalidad materna e infantil.<sup>83</sup>

La seguridad en salud, es un problema que aqueja a muchas mujeres en todo el mundo. La mujer gestante acude a los servicios de salud para determinar si todo cursa con normalidad en el proceso del embarazo y para detectar oportunamente condiciones que puedan poner en riesgo su vida y la del producto. Las patologías que afectan la salud materno-fetal deben ser reconocidas oportunamente para reducir los riesgos a unos mínimos aceptables. Esto se refiere a “aquellos daños que son inevitables bajo los conocimientos actuales, los recursos disponibles y el contexto en el que se presta la atención y que se contrasta con el riesgo de no recibir tratamiento o recibir otro tratamiento”.<sup>83</sup>

Es importante mencionar que no todos los países latinoamericanos se incluyen en el grupo de países en desarrollo y de estos varios cuentan con sistemas de vigilancia y programas de detección para malformaciones congénitas y siendo aún más específicos, cuentan con guías para el uso del ultrasonido en el proceso del diagnóstico prenatal y en ellas incluyen la

evaluación del corazón fetal y la descripción de los hallazgos sugestivos para defectos cardiacos congénitos.<sup>17</sup>

En ciertos países de Latinoamérica hay registros de defectos congénitos que, aun cuando su objetivo no es alcanzar representatividad nacional total, han ayudado a la implementación de actividades de vigilancia. También funcionan organizaciones y registros internacionales y regionales, como International Clearinghouse for Birth Defects Surveillance and Research (ICBDSR), un conjunto de programas de vigilancia de diferentes áreas geográficas con instituciones afiliadas en Argentina, Chile (región de Maule), Colombia (Bogotá y Cali), Cuba y México y el Estudio Colaborativo Latinoamericano de Malformaciones Congénitas (ECLAMC), una red sudamericana que inició sus actividades de vigilancia de defectos congénitos a finales de la década de 1960. Lamentablemente dentro de estas organizaciones no hay representantes de los países en desarrollo de la región y a pesar de las contribuciones de los países mencionados no existe información detallada acerca de sistemas de vigilancia de defectos congénitos de alcance nacional que contribuyan a la formulación de políticas y la vigilancia sanitaria en los países de la región.<sup>45</sup>

Es tarea de los miembros del sector salud, fortalecer actividades que minimicen el riesgo y daños en las personas que se valen de los servicios de salud en los diferentes niveles de atención, incluyendo las actividades de promoción, prevención, atención primaria, atención especializada, ambulatoria u hospitalaria. Los malos resultados deberían ser objeto de programas de gestión del riesgo clínico como parte de la seguridad del paciente o de la seguridad en la atención en salud, por lo que es responsabilidad de las instituciones gubernamentales nacionales y locales, instituciones hospitalarias, e incluso centros de atención primaria comunitarios, ya sean públicos o privados, la misión de asegurar y garantizar la seguridad en salud<sup>83</sup> y la implementación de programas que mejoren la salud materno-fetal en general. Por ejemplo con la implementación de programas para la detección de anomalías cardiacas congénitas, así como el mejoramiento de técnicas e investigación de tecnologías modernas para el manejo de estas condiciones.

Las deficiencias en los recursos no deberían condicionar el que se acepten los malos resultados, se deben iniciar acciones para mejorar la atención materno-fetal en los países en desarrollo. Con mayor especificidad, se deberían realizar políticas, programas, guías para la

detección y manejo de las anomalías congénitas y como es el objeto de investigación en el presente documento, las anomalías cardíacas fetales. Con la intención que con el tiempo las anomalías cardíacas congénitas sean detectadas tempranamente y se implemente un mejor registro de las mismas, así como un protocolo de manejo a nivel regional y nacional que mejore el pronóstico y supervivencia, como se ha visto en varios estudios, de pacientes con estas condiciones.

Esto es de vital importancia ya que la detección de cardiopatías congénitas en la etapa prenatal por medio del ultrasonido, permite que se pueda dar tempranamente la información necesaria a los progenitores con respecto a las características de la malformación, su pronóstico, las alternativas con respecto al tiempo y las opciones de tratamiento que se encuentren disponibles, así como los posibles riesgos de las intervenciones y procedimientos, las implicaciones en la morbimortalidad del feto y la calidad de vida a largo plazo y posibilidad de supervivencia. También es importante dar a conocer, si se encontraran presentes, anomalías estructurales extracardiacas asociadas y posibles síndromes.<sup>61</sup>

## **5.2. Análisis de utilidad del ultrasonido en la detección prenatal de las anomalías cardíacas congénitas.**

Las anomalías fetales pueden detectarse de manera temprana mediante estudios de imagen, de estos, el ultrasonido estructural resulta ser el de mayor importancia. La ecografía fetal de rutina en el en el segundo y tercer trimestre, permite la evaluación de la anatomía fetal para la detección de anomalías. En la mayoría de guías y estudios se recomienda que esta evaluación se realice entre las 18 a 22 semanas de gestación, ya que es en estas semanas cuando es posible detectar gran parte de las alteraciones estructurales, a su vez el diagnóstico temprano puede permitir tomar conductas antes del parto o intraparto, como la derivación oportuna de la paciente a unidades especializadas en donde se pueda brindar el mejor manejo para la anomalía existente.<sup>84</sup>

El ultrasonido es beneficioso para el diagnóstico temprano de malformaciones congénitas. En poblaciones de bajo riesgo la sensibilidad puede ser baja, variando del 17% al 35%, y la especificidad es del 99%, mientras que en poblaciones de alto riesgo la sensibilidad

es mayor del 90%. Hay varios estudios que respaldan el momento ideal para realizar la exploración de la anatomía fetal e identificación de malformaciones estructurales. Uno de los estudios más reconocidos a nivel global es EUROFETUS, cuyo objetivo era evaluar la precisión de la ecografía en la detección prenatal de defectos congénitos durante el segundo trimestre de gestación, se incluyeron mujeres gestantes asignadas al azar y médicos especializados en la identificación de anomalías congénitas. Los resultados evidenciaron una sensibilidad del 61.4% para la ecografía realizada antes de las 24 semanas de gestación, con el 73% de sensibilidad para defectos mayores y 45.7% para defectos menores.<sup>84</sup>

A pesar de la importancia del ultrasonido en la detección de los defectos cardiacos congénitos, estas anomalías estructurales con frecuencia se pasan por alto en la evaluación ecográfica. La detección prenatal de las cardiopatías congénitas puede mejorar el resultado de los fetos con este tipo de anomalías cardiacas, sin embargo las tasas de detección prenatal varían de forma importante. Parte de esta variación se puede atribuir a las diferencias en la experiencia del ecografista, la obesidad materna, frecuencia del transductor, cicatrices abdominales, edad gestacional, volumen de líquido amniótico y posición fetal. Por ello es importante la continua formación basada en la retroalimentación de los profesionales ecografistas, para la derivación oportuna de los casos a especialistas en ecocardiografía y cardiología fetal. Dentro de los factores que pueden mejorar la efectividad del cribado para anomalías cardiacas estructurales, puede ser la implementación de programas de formación. Así por ejemplo en el Reino Unido luego de un programa de formación de 2 años, en un centro médico al norte de Inglaterra, la detección de malformaciones cardiacas se duplicó.<sup>85</sup>

A pesar de los reconocidos beneficios y la importancia del ultrasonido en la gestación en países en desarrollo otro factor además de los mencionados sobre los limitantes para la detección prenatal de las anomalías cardiacas congénitas, se encuentra la falta de recursos. En Guatemala por ejemplo, son pocos los centros de salud que cuentan con el servicio de ultrasonido para las mujeres gestantes. En su mayoría, estas son referidas a centros privados, en donde los costos pueden ser elevados y una buena parte de la población no puede costearlos. Es contrastante saber que en algunos países se realizan ecografías con fines recreativos, en tecnologías 3D, 4D-STIC, (lo cual tampoco es recomendable) mientras que en países como el nuestro, hay muchas pacientes que no pueden realizar una sola ecografía para la evaluación morfológica del feto a lo largo de la gestación.

Dentro de las anomalías cardíacas diagnosticadas prenatalmente para las que hay datos publicados en cuanto a la sensibilidad, especificidad e impacto en el pronóstico neonatal se incluyen: el síndrome del corazón izquierdo hipoplásico, la transposición de grandes vasos, la coartación de la aorta y la atresia pulmonar. Así mismo existen otras anomalías cardíacas en las que la detección y diagnóstico antenatal tienen bajo impacto en el tratamiento neonatal inicial. Dentro de estos algunos ejemplos son: los defectos septales ventriculares aislados y los defectos atrioventriculares, en los que la sintomatología cardíaca no es evidente hasta que en el periodo postnatal las resistencias vasculares disminuyan.<sup>61</sup>

### **5.3. Análisis de la utilidad del ultrasonido en el manejo prenatal de las anomalías cardíacas congénitas.**

En los casos de defectos cardíacos dependientes de la permeabilidad del conducto arterioso es preferible la atención del parto en un centro de atención terciaria, para asegurar un buen manejo perinatal con el tratamiento quirúrgico o intervencionista temprano. Con respecto a la vía de finalización de la gestación para embarazos de fetos con malformaciones congénitas, el parto vaginal se encuentra ampliamente aceptado, salvo que existan indicaciones obstétricas, para que se realice una cesárea. También se indica la cesárea en aquellos casos en los que se prevé la necesidad de intervención temprana y el requerimiento de un equipo disponible rápidamente para que se realice un manejo oportuno y reanimación cardíaca inmediata del feto afectado. En este grupo se incluyen la transposición de grandes vasos con tabique auricular restrictivo, conducto arterial restrictivo, síndrome de corazón izquierdo hipoplásico con tabique auricular intacto y restrictivo e hidrops fetal.<sup>61</sup>

Estas condiciones como se ha descrito, en pocos centros de países avanzados, son objeto de intervencionismo fetal. El intervencionismo cardíaco fetal ha sido recientemente implementado y la experiencia en todo el mundo aún continúa siendo escasa. Se reserva para determinadas situaciones: estenosis aórtica grave, estenosis pulmonar crítica o atresia pulmonar con tabique interventricular intacto y tabique interauricular restrictivo en síndrome de corazón izquierdo hipoplásico.<sup>86</sup>

Los avances en la ecografía han permitido estudiar el curso de las malformaciones cardíacas congénitas que son susceptibles de intervencionismo cardíaco fetal. Múltiples estudios han demostrado que el flujo anormal en las válvulas cardíacas conduce a la progresión de la enfermedad fetal y por lo tanto la intervención intraútero puede cambiar el curso y los resultados de estas condiciones. Los primeros registros de intervencionismo cardíaco fetal, se informaron en casos de estenosis de válvulas aórticas, para alterar el curso del desarrollo ventricular izquierdo en etapas fetales.<sup>86</sup>

La mayor cantidad de registros con respecto al ICF, y sus resultados a corto y mediano plazo, se han producido en las cardiopatías del lado izquierdo, sin embargo recientemente la evidencia de los procedimientos intervencionistas fetales en la dilatación con balón de la válvula pulmonar en la cardiopatía del lado derecho ha aumentado, con la finalidad de mejorar la hemodinamia en la cardiopatía del lado derecho en el contexto del hidrops fetal. En este último el desequilibrio de los líquidos en los compartimentos fetales o extrafetales, pueden causar una disminución en el volumen y flujo sanguíneo del feto.<sup>82</sup>

Las bases para el intervencionismo cardíaco fetal y su objetivo principal es cambiar el curso natural de las malformaciones cardíacas congénitas que son susceptibles de tratamiento con estos procedimientos.<sup>86</sup> A pesar de la evidencia que respalda los beneficios del intervencionismo cardíaco fetal, son pocos los centros alrededor del mundo en los que se realiza actualmente. Lamentablemente en los países en desarrollo de Latinoamérica ni siquiera existen estudios o investigaciones que consideren esta alternativa de tratamiento. En estos países los recursos son escasos y si bien en algunas ocasiones se consigue hacer un diagnóstico prenatal de cardiopatías cardíacas congénitas, el manejo se limita a la asesoría de los progenitores, y a coordinar con el equipo multidisciplinario para el abordaje postnatal. En Guatemala, por ejemplo, a nivel nacional solamente existe una Unidad de Cirugía Cardiovascular, y es en este centro en donde se realizan la mayoría de procedimientos cardíacos en recién nacidos con cardiopatías congénitas, además de unos pocos procedimientos cardíacos que se realizan en los centros de tercer nivel en el país.

Como se describió anteriormente, dependiendo de la gravedad de la cardiopatía congénita, las anomalías asociadas, pronóstico y edad gestacional, en algunos países la interrupción del embarazo se plantea a los padres como una opción. Se debe dar importancia a

que la decisión es de los padres y no es función del médico dirigir el desenlace de la gestación a su interrupción o seguimiento, sino que debe limitarse a asesorar.<sup>56</sup>

En la mayoría de países en desarrollo de Latinoamérica el aborto no se permite bajo ninguna circunstancia y en algunos otros, únicamente se permite para salvar la vida de la madre.<sup>10</sup> Esto es contraproducente, ya que para algunas malformaciones es bien conocida la baja supervivencia del feto. En estos casos, la llegada al mundo de un ser que no logrará vivir, representa en primer lugar un proceso que podría ser incluso más traumático y difícil de superar para los progenitores, además de importantes costos para el sistema de salud y utilización de recursos, que podrían ser utilizados en pacientes con un mejor pronóstico fetal. Por lo que también resulta necesario que en estos países se hagan reformas en la legislación para la interrupción voluntaria de la gestación, ampliando las condiciones bajo las cuales esta sea permitida.

Múltiples factores influyen en las deficiencias del uso del ultrasonido obstétrico en la detección y manejo prenatal de las malformaciones cardíacas congénitas en los países en desarrollo. Los beneficios del diagnóstico precoz de estas patologías, debieran despertar el interés por realizar acciones que promuevan este hecho. Sin embargo las innumerables problemáticas de distinta índole en estos países, acaparan la atención de las autoridades políticas y sanitarias, por lo que condiciones como las anomalías cardíacas congénitas pasan a planos aún muy alejados en la lista de problemas por resolver. La implementación de políticas que promuevan la elaboración de protocolos y guías que mejoren la detección y manejo de estas patologías es necesaria. Por lo que documentos como la presente investigación contribuyen a la información de la comunidad científica para la futura elaboración de estos documentos.

## Conclusiones

Lamentablemente Guatemala, como el resto de países Latinoamericanos en desarrollo, no cuenta con protocolos establecidos para el uso del ultrasonido en la mujer gestante; en donde se incluya una evaluación morfológica del feto para la detección de anomalías cardíacas congénitas.

A diferencia de países desarrollados, el algoritmo de manejo luego de la sospecha de una anomalía cardíaca congénita, no se encuentra establecido en países en desarrollo de Latinoamérica. La mayoría de defectos congénitos se detectan en el periodo postnatal, lo que a su vez tiene graves repercusiones en el pronóstico y sobrevida del recién nacido afectado.

El ultrasonido obstétrico es una herramienta elemental en la atención de la mujer gestante, estudios han evidenciado una sensibilidad por encima del 45% para los defectos cardíacos congénitos menores y superior al 75% en mujeres de bajo riesgo, mientras que para mujeres de alto riesgo para anomalías cardíacas congénitas la sensibilidad de la ecografía puede ser de hasta el 90%.

Globalmente las anomalías cardíacas congénitas son un problema importante para la salud pública, se presentan en 6 a 8 de cada 1000 nacidos vivos, representando importantes contribuciones a la carga de enfermedad y discapacidad de los países. En los países en desarrollo, representan el 5% de las causas de mortalidad, mientras que en países desarrollados representan el 30% de las causas de mortalidad en menores de 1 año.

La detección prenatal por medio de ultrasonido es de vital importancia, ya que esto permite que se derive el caso para una evaluación detallada del corazón fetal y un diagnóstico definitivo. Esto facilitará la elaboración de un plan de manejo que involucre diferentes intervenciones llevadas a cabo por un equipo multidisciplinario que mejore y evalúe el pronóstico del feto

Los beneficios del ultrasonido en la detección prenatal de las anomalías cardíacas congénitas son varios. La asesoría temprana a los progenitores sobre el diagnóstico fetal es uno de los principales; se debe elaborar un plan de acción en conjunto con los especialistas necesarios. Es importante considerar y asesorar sobre la interrupción del embarazo en los casos en los que sea una alternativa, dependiendo de las normas del país, así como los aspectos religiosos y culturales de los progenitores.

Es necesario que para erradicar las diferencias en los países en desarrollo con respecto a los países desarrollados en relación a la atención materno-fetal, se implementen políticas que fomenten el fortalecimiento de la atención en el primer nivel. Así como la elaboración de programas y guías para el diagnóstico prenatal y abordaje de las malformaciones cardíacas congénitas.

## **Recomendaciones**

Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, elaborar una guía práctica clínica, para el empleo del ultrasonido obstétrico en la evaluación de la mujer gestante en los diferentes niveles de atención en el país.

Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, abastecer los diferentes Centros de Salud del país con equipo de ecografía portátil, así como de personal calificado para realizar las evaluaciones necesarias en las pacientes gestantes.

A la comunidad científica de Guatemala, realizar estudios para determinar la cantidad y características de las malformaciones cardiacas congénitas que son diagnosticadas por ultrasonido en las diferentes unidades y centros de atención en salud del país.

## Referencias Bibliográficas

1. Vernon M, Lewin M. Ecocardiografía fetal y neonatal. En: Gleason C, Juul S, editores. Avery Enfermedades del Recién Nacido. 10 ed. Barcelona, España: Elsevier; 2019. p. 779–87.
2. Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones de la OMS sobre atención prenatal para una experiencia positiva del embarazo: Ecografía Aspectos más destacados y mensajes clave de las Recomendaciones mundiales de la Organización Mundial de la Salud de 2016 [en línea]. 2018. [citado 7 Ago 2021] Disponible en: [https://www.mcsprogram.org/wp-content/uploads/2018/07/WHO-MCSP-UltrasoundBriefing\\_A4\\_SP.pdf](https://www.mcsprogram.org/wp-content/uploads/2018/07/WHO-MCSP-UltrasoundBriefing_A4_SP.pdf)
3. Restrepo G. Diagnóstico prenatal de anomalías congénitas: ¿se cumple esta política en Colombia? CES Med [en línea]. 2018 [citado 25 Jul 2021];32(3):226–34. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2611/261157134005/261157134005.pdf>
4. Bakker M, Bergman J, Krikov S, Amar E, Cocchi G, Cragan J, et al. Prenatal diagnosis and prevalence of critical congenital heart defects: an international retrospective cohort study. BMJ Open [en línea]. 2019 [citado 25 Jul 2021];9(e028139). Disponible en: <https://bmjopen.bmj.com/content/9/7/e028139.long>
5. Wu W, He J, Shao X. Incidence and mortality trend of congenital heart disease at the global, regional, and national level, 1990–2017. Medicine [en línea]. 2020 [citado 5 Jun 2021];99(23): 1-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7306355/pdf/medi-99-e20593.pdf>
6. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Boletín de la Semana Epidemiológica SEMEPI NO.9 [en línea]. Guatemala: MSPAS; 2020. Disponible en: <http://epidemiologia.mspas.gob.gt/phocadownloadpap/boletin-semana->

7. Muñoz H, Copado Y, Diaz C, Muñoz G, Enriquez G, Aguilera S. Diagnóstico y manejo prenatal de patología cardiaca fetal. Rev Med Clin Condes (Chile) [en línea]. 2016 [citado 2 Ago 2021];27(4):447–75. Disponible en: <file:///C:/Users/Maria/Downloads/diagn-stico-y-manejo-prenatal-de-patolog-a-card-aca-fetal.pdf>
8. Hernandez E, Patwardhan M, Cruz M, Luewan S. Early evaluation of the fetal heart. Fetal Diagn Ther [en línea]. 2017 [citado 5 Jun 2021];42(42):161–73. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28675906/>
9. Vázquez C, Alva C, Yáñez L, Márquez H. Las cardiopatías congénitas en el 2018. Gac Med Mex [en línea]. 2018 [citado 1 Jul 2021];154:698–711. Disponible en: [https://gacetamedicademexico.com/frame\\_esp.php?id=220](https://gacetamedicademexico.com/frame_esp.php?id=220)
10. González A, Moreno D, Grass D. Interrupción voluntaria del embarazo en Latinoamérica, superando barreras. Salud UIS [en línea]. 2021 [citado 25 Jul 2021];53(e21013). Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/11941>
11. Abinader E. Milestones in the development of fetal cardiac interventions. IMAJ [en línea]. 2018 [citado 10 Ago 2021];20:320–3. Disponible en: <https://www.ima.org.il/Medicine/IMAJ/viewarticle.aspx?year=2018&month=05&page=320>
12. Unidad de Cirugía Cardiovascular de Guatemala. [en línea]. Guatemala: UNICAR; [actualizado 2021; citado 5 Ago 2021]; Cartera de servicios. [aproximadamente 1 pant.]. Disponible en: <https://www.unicargt.org/servicios.html>
13. Argueta HA. Complicaciones postquirúrgicas en pacientes sometidos a reparo de defectos del tabique ventricular en el Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom en el periodo de enero de 2011 a diciembre de 2016. [tesis de Maestría en línea] El Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Medicina, Postgrado en Especialidades

Médicas; 2019 [citado 15 Jul 2021] Disponible en:  
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1177151>

14. Huamán M. Historia de la cirugía fetal. *Rev Peru Ginecol Obs* [en línea]. 2019 [citado 2 Ago 2021];65(4):479–85. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rgo/v65n4/a11v65n4.pdf>
15. Peña O, Romero L, Reyes E, Hernandez B, Henrique K. Ultrasonografía fetal en el diagnóstico prenatal del primer trimestre del embarazo, resultados de seis años. *Rev Electrónica Dr Zoilo E Mar Vidaurreta* [en línea]. 2017 [citado 12 Ago 2021];42(2). Disponible en: [http://revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/1057/pdf\\_384](http://revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/1057/pdf_384)
16. Callen P, Norton M. *Obstetric Ultrasound Examination*. En: Norton M, Scutt L, Feldstein V, editores. *Callen's Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology*. 6 ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. p. 2–23.
17. De Agostini M, González J, Cordano C. Estudios ecográficos de rutina en el control del embarazo. En: Brito A, Alonzo I, Cordano C, Garat F, Marcelo DA, editores. *Guías para la aplicación clínica del ultrasonido obstétrico y ginecológico* [en línea]. 1 ed. Uruguay: Unidad de Ecografía Ginecotocológica y Medicina Fetal; 2020 [citado 10 Jun 2021]. p. 3–7. Disponible en:  
[https://www.ginecotologicab.hc.edu.uy/images/GUIA\\_ULTRASONIDO-OBSTETRICO\\_Y\\_GINECOLOGICO-URUFARMA\\_2020.pdf](https://www.ginecotologicab.hc.edu.uy/images/GUIA_ULTRASONIDO-OBSTETRICO_Y_GINECOLOGICO-URUFARMA_2020.pdf)
18. Richards D. Ecografía obstétrica: estudios de imagen, establecimiento de fechas, crecimiento y anomalías. En: Gabbe S, Jauniaux E, Niebyl J, Driscoll D, Simpson J, Berghella V, et al, editores. *Obstetricia embarazos normales y de riesgo*. 7 ed. Barcelona, España: Elsevier; 2017. p. 167–201.
19. Doria E, Velazquez B, Acevedo S, Rodríguez M. Efectos biológicos adversos y seguridad del ultrasonido en el embarazo. Revisión sistemática. *Perinatol Reprod Hum* [en línea]. 2018 [citado 15 Ago 2021];32(3):97–111. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es->

20. Isaza M. Propuesta de capacitación en ultrasonografía para médicos generales y especialistas de la Policlínica Horacio Díaz Gómez de la Caja de Seguro Social [tesis de Maestría en línea]. Panamá: Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias de la Educación; 2017 [citado 13 Ago 2021]. Disponible en: <http://up-rid.up.ac.pa/1444/>
21. Vigna P. Correlación entre ultrasonografía y resonancia magnética en el diagnóstico de malformaciones fetales [tesis de Maestría en línea]. México: Universidad Autónoma de Aguas Calientes, Centro de Ciencias de la Salud; 2018 [citado 13 Ago 2021] Disponible en: <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/1480>
22. Ronquillo P, Canelos J, Monar M, Borja R. Importancia de la ecografía obstétrica para la valoración y seguimiento del desarrollo embrionario. Dom Cien [en línea]. 2021 [citado 13 Ago 2021];7(4):970–81. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2141/4540>
23. Abdala D, Cicco V. Diagnóstico prenatal de cardiopatías congénitas. Salud Mil [en línea]. 2020 [citado 15 Ago 2021];39(1):14–9. Disponible en: [https://web.archive.org/web/20210509015755id\\_/https://www.dnsffaa.gub.uy/detalle-nota/5-articulo-original-diagnostico-prenatal-de-cardiopatias-congenitas](https://web.archive.org/web/20210509015755id_/https://www.dnsffaa.gub.uy/detalle-nota/5-articulo-original-diagnostico-prenatal-de-cardiopatias-congenitas)
24. Organización Panamericana de la Salud. Las anomalías congénitas son la segunda causa de muerte en los niños menores de 5 años en las Américas [en línea]. 2015 [citado 25 Jul 2021]. Disponible en: [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10487:2015-anomalias-congenitas-segunda-causa-muerte-ninos-menores-5-anos-americas&Itemid=1926&lang=es](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10487:2015-anomalias-congenitas-segunda-causa-muerte-ninos-menores-5-anos-americas&Itemid=1926&lang=es)
25. Sandoval N. Cardiopatías congénitas en Colombia y en el mundo. Rev Col Cardiol [en línea]. 2015 [citado 12 Jul 2021];22(1):1–2. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es->

26. Sánchez M, Pérez A, Sanz E, Leante JL, Benavente I, Ruiz C, et al. Cribado de cardiopatías congénitas críticas en el periodo neonatal. Recomendación de la Sociedad Española de Neonatología. *An Pediatr* [en línea]. 2018 [citado 12 Jul 2021];88(2):112.e1-112.e6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403317302850?via%3Dihub>
27. Tassinari S, Martínez S, Erazo N, Pinzón MC, Gracia G, Zarante I. Epidemiología de las cardiopatías congénitas en Bogotá, Colombia, entre 2001 y 2014: ¿mejoría en la vigilancia o aumento en la prevalencia? *Biomédica* [en línea]. 2018 [citado 12 Jul 2021];38:141–8. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/3381/3922>
28. Vega G, Hernández A, Chiroy R, Magzul M. Oximetría de pulso como tamizaje de cardiopatías congénitas en recién nacidos. *Guatem. pediátr* [en línea]. 2017 [citado 12 Jul 2021];1(2). Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-987350>
29. Alonso JG, Rodríguez S. Características de los pacientes pediátricos con cardiopatías congénitas en el Hospital “Dr. Rafael Lucio” de Veracruz, México. *Rev Mex Pediatr* [en línea]. 2019 [citado 13 Jul 2021];86(1):4–7. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2019/sp191b.pdf>
30. Pérez J, Mosquera M, Latasa P, Crespo D. Incidencia y evolución de las cardiopatías congénitas en España durante 10 años(2003-2012). *An Pediatr* [en línea]. 2018 [citado 13 Jul 2021];89(5):294–301. Disponible en: <https://www.analesdepediatría.org/es-pdf-S1695403318300043>
31. Schoen F, Mitchell R. Cardiopatía congénita. En: Kumar V, Abbas A, Aster J, editores. *Robbins y Cotran patología estructural y funcional*. 9 ed. Barcelona, España: Elsevier; 2015. p. 531–8.

32. Mayo Clinic. Defectos cardiacos congénitos en niños [en línea]. [actualizado 2021; citado 14 Jul 2021]; [aprox. 3 pant.]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/congenital-heart-defects-children/symptoms-causes/syc-20350074>
33. Mellerá C, Grinenco S, Aielloa H, Córdoba A, Sáenz M, Marantz P, et al. Cardiopatías congénitas, diagnóstico y manejo prenatal. Arch Argent Pediatr [en línea]. 2020 [citado 15 Jul 2021];118(2):e149–61. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2020/v118n2a17.pdf>
34. Scholz T, Reinking B. Cardiopatías congénitas. En: Gleason C, Juul S, editores. Avery enfermedades del recién nacido. 10 ed. Barcelona, España: Elsevier; 2019. p. 801-827.e3.
35. Villegas OA, Agudelo JM, Rojas D, Gutiérrez OA, Hurtado JG, Jaramillo PF, et al. Caracterización de cardiopatías congénitas en Manizales 2010-2016. Rev Med [en línea]. 2020 [citado 14 Jul 2021];28(1). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/910/91065419005/html/>
36. Valentín A. Cardiopatías congénitas en edad pediátrica, aspectos clínicos y epidemiológicos. Rev Médica Electrón (Cuba) [en línea]. 2018 [citado 1 Jul 2021];40(4). Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2479/3971>
37. Putti P. Defectos congénitos y patologías incompatibles con la vida extrauterina. Rev Méd Urug [en línea]. 2016 [citado 14 Jul 2021];32(3):218–23. Disponible en: <http://www.scielo.edu.uy/pdf/rmu/v32n3/v32n3a11.pdf>
38. Academia Americana de Pediatría. Fundamentos de la Reanimación Neonatal. En: Gary W, Jeanette Z, John K, editores. Reanimación neonatal. 7 ed. Northwest Point: Academia Americana de Pediatría y Asociación Americana del Corazón; 2016. p. 1–9.

39. Serrano M. Cardiopatías congénitas en el recién nacido [en línea]. Elche, Alicante: Fundación Salud Infantil. [actualizado 2020?; citado 15 Jul 2021]. Disponible en: <https://fundacionsaludinfantil.org/cardiopatas-congenitas-en-el-recien-nacido/>
40. Manual MSD Versión para profesionales: desde 1899. [en línea] Pittsburgh: Beerman L. [actualizado dic. 2020; citado 15 Jul 2021]; Generalidades sobre las anomalías cardiovasculares congénitas [aprox. 5 pant.]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/professional/pediatría/anomalías-cardiovasculares-congénitas/generalidades-sobre-las-anomalías-cardiovasculares-congénitas>
41. Cullen P, González R, Hidalgo M, López C, Martínez A, Barrón R, et al. Endocarditis infecciosa neonatal: diagnóstico y tratamiento. Rev Mex Pediatr [en línea]. 2019 [citado 15 Jul 2021];86(5):202–9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2019/sp195h.pdf>
42. Giudicelli J, Mendoza A. Complicaciones neurológicas en niños con cardiopatía congénita cianógena en el Hospital Robert Reid Cabral, durante el período enero 2016 a febrero 2020 [tesis Médico y Cirujano en línea]. Santo Domingo: Universidad Iberoamericana, Facultad de Medicina; 2020 [citado 15 Jul 2021] Disponible en: <https://repositorio.unibe.edu.do/jspui/handle/123456789/199>
43. Diez C. Cardiología hoy Blog, IC como predictor de mortalidad en HAP por cardiopatía congénita [en línea]. Barcelona: Carles D López. Nov 2018. [citado 16 Jul 2021] Disponible en: <https://secardiologia.es/blog/10048-ic-como-predictor-de-mortalidad-en-hap-por-cardiopatia-congenita>
44. Domínguez E. Cardiopatías congénitas en el recién nacido. Rev Enferm Neonatal (Argentina) [en línea]. 2019 [citado 16 Jul 2021];30:4–16. Disponible en: [https://riu.austral.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1047/Enf Neonatal 30 4-16.pdf?sequence=1](https://riu.austral.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1047/Enf_Neonatal_30_4-16.pdf?sequence=1)

45. Durán P, Liascovich R, Barbero P, Paz M, Groisman B, Serruya S, et al. Sistemas de vigilancia de anomalías congénitas en América Latina y el Caribe: presente y futuro. Rev Panam Salud Publica [en línea]. 2019 [citado 22 Jul 2021];43:e44. Disponible en: <https://doi.org/10.26633/0A/RPSP.2019.44>
46. Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones de la OMS sobre atención prenatal para una experiencia positiva del embarazo [en línea]. Wasington, D.C.: OMS Organización Mundial de la Salud; 2018 [citado 22 Jul 2021]. Disponible en: [https://www.who.int/reproductivehealth/publications/maternal\\_perinatal\\_health/anc-positive-pregnancy-experience/es/](https://www.who.int/reproductivehealth/publications/maternal_perinatal_health/anc-positive-pregnancy-experience/es/)
47. González S. Aplicabilidad del ultrasonido en el diagnóstico de malformaciones congénitas en mujeres embarazadas del Hospital Universitario de Guayaquil. [tesis de Maestría en línea]. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Médicas; 2019. [citado 22 Jul 2021] Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/41796>
48. Hernández E. Perfil epidemiológico y correlación clinicoultrasonográfica de las pacientes que verifican parto de recién nacidos con malformaciones congénitas en el Hospital Nacional de la Mujer en el periodo enero-diciembre 2013. [tesis de Maestría en línea]. San Salvador: Universidad de El Salvador, Facultad de Medicina; 2016 [citado 2 Ago 2021] Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1247653>
49. Peralta K. Anomalías congénitas en recién nacidos [tesis Médico y Cirujano en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2017 [citado 2 Ago 2021]. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05\\_10667.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10667.pdf)
50. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Embarazo, parto y puerperio, Normas de Atención en Salud Integral para primero y segundo nivel. Guatemala: MSPAS; 2018. p. 6–22.
51. Guatemala. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Guía práctica clínica basada en

idencia (GPC-BE); No. 18 Control prenatal de bajo riesgo [en línea]. Guatemala: IGSS; 2015 [citado 22 Jul 2021]. Disponible en: [https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/images/gpc-be/ginecoobstetricia/GPC-BE No. 18.Control prenatal de bajo riesgo.Actualizada.2016.pdf](https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/images/gpc-be/ginecoobstetricia/GPC-BE%20No.18.Control prenatal de bajo riesgo.Actualizada.2016.pdf)

52. El Salvador.Gobierno de El Salvador Ministerio de Salud. Lineamientos técnicos para la atención de la mujer en el período preconcepcional, prenatal, parto, puerperio y al recién nacido. Servicios en SSR para atención de emergencias o desastres. [en línea]. El Salvador: Gobierno de El Salvador; 2021 [citado 22 Jul 2021]. Disponible en: [http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/lineamientos/lineamientos\\_atencion\\_preconcepcion al\\_v2.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/lineamientos/lineamientos_atencion_preconcepcion_al_v2.pdf)
53. Rivera A. Correlación del diagnóstico pre natal y diagnóstico posnatal de malformaciones congénitas fetales en pacientes embarazadas del Hospital Militar Escuela Dr. Alejandro Dávila Bolaños en un periodo de 1 de enero 2017 a 31 octubre 2018 [tesis de Maestría en línea] Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias Médicas; 2019 [citado 3 Ago 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/14324/>
54. Tablada L. Diagnóstico y Manejo Prenatal de patología cardíaca fetal en pacientes con sospecha de Malformaciones Cardíacas Fetales Hospital Bertha Calderón Roque, Noviembre 2017 a diciembre 2018 [tesis de Maestría en línea]. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2018 [citado 3 Ago 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/12487/>
55. Ecuador. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Control prenatal guía de práctica clínica (GPC) [en línea]. Quito, Ecuador: Dirección Nacional de Normatización-MSP; 2015 [citado 3 Ago 2021]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2014/05/GPC-CPN-final-mayo-2016-DNN.pdf>
56. Copado D, Martínez A, Garcíab J, Gallegosa S. Importancia del diagnóstico prenatal de las cardiopatías congénitas. *Perinatol Reprod Hum* [en línea]. 2018 [citado 3 Ago 2021];32(3):127–30. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-perinatologia->

57. Martínez A. Detección de cardiopatías congénitas asociadas a una translucencia nucal mayor al percentil 95. [tesis de Subespecialidad en línea]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina; 2019 [citado 4 Ago 2021]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/17516/>
58. Gómez P. Diagnóstico prenatal de cardiopatías congénitas estructurales y funcionales en una unidad de diagnóstico prenatal universitaria. [tesis de Subespecialidad en línea]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina; 2021 [citado 4 Ago 2021]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/20583/>
59. Carlson L, Vora N. Prenatal Diagnosis: Screening and Diagnostic Tools. *Obs Gynecol Clin North Am* [en línea]. 2017;44(2):245–56. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5548328/>
60. Cawyer C, Kuper S, Ausbeck E, Sinkey R, Owen J. The added value of screening fetal echocardiography after normal cardiac views on a detailed ultrasound. *Prenat Diagn* [en línea]. 2019 [citado 5 Ago 2021];39:1148–1154. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/pd.5557>
61. Pérez A. Diagnóstico prenatal de las Cardiopatías Congénitas severas y su incidencia en la morbimortalidad de la cirugía en el periodo neonatal [tesis de Médico y Cirujano en línea]. Bilbao: Universidad del País Vasco, Facultad de Medicina y Enfermería; 2019 [citado 6 Ago 2021]. Disponible en: <https://addi.ehu.es/handle/10810/43689>
62. Álvarez A. Screening prenatal de las cardiopatías congénitas: la tecnología STIC [tesis de Grado en línea]. Zaragoza: Universidad Zaragoza, Facultad de Medicina; 2016 [citado 6 Ago 2021]. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/57678>

63. Syngelaki A, Hammami A, Bower S, Zidere V, Akolekar R, Nicolaides K. Diagnosis of fetal non-chromosomal abnormalities on routine ultrasound examination at 11–13 weeks' gestation. *Ultrasound Obs Gynecol* [en línea]. 2019 [citado 6 Ago 2021];54:468–476. Disponible en: <https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.20844>
64. Drukker L, Bradburn E, Rodriguez G, Roberts N, Impey L, Papageorghiou A. How often do we identify fetal abnormalities during routine third-trimester ultrasound? A systematic review and meta-analysis. *BJOG* [en línea]. 2021 [citado 6 Ago 2021];128:259–69. Disponible en: <https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1471-0528.16468>
65. Hautala J, Gissler M, Ritvanen A, Tekay A, Pitk€anen-Argillander O, Stefanovic V, et al. The implementation of a nationwide anomaly screening programme improves prenatal detection of major cardiac defects: an 11-year national population-based cohort study. *BJOG* [en línea]. 2019 [citado 6 Ago 2021];126:864–73. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30576052/>
66. Gabriela N, Gallardo J, Berenice V, Dulce C, Sandra A, José R. Rendimiento diagnóstico del ultrasonido del primer trimestre para alteraciones estructurales. *Ginecol Obs Mex* [en línea]. 2021 [citado 8 Ago 2021];89(1):5–13. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ginobsmex/gom-2021/gom211b.pdf>
67. Flores N. Malformaciones cardíacas congénitas detectadas por ecografía en mujeres embarazadas de 30 a 40 años. [tesis Médico y Cirujano en línea]. Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Médicas; 2018 [citado 8 Ago 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/36257>
68. Góngora O. Importancia de la ecocardiografía fetal en el diagnóstico de malformaciones cardíacas congénitas. *CorSalud* [en línea]. 2020 [citado 8 Ago 2021];12(4):485–6. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2078-71702020000400485&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2078-71702020000400485&script=sci_arttext&tlng=en)
69. Cotarelo MC. Evaluación de un nuevo protocolo de diagnóstico genético en la atención

prenatal de las gestantes en riesgo de cromosomopatías. [tesis Doctoral en línea] Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Medicina; 2019 [citado 8 Ago 2021]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/58487/>

70. Ramírez A, Rivera H, Vásquez AI, Aguayo TA, Pérez S, Delgadillo G. Deleción 22q11.2 detectada por hibridación in situ en pacientes mexicanos con características clínicas similares al síndrome velocardiofacial. *Colomb Med* [en línea]. 2018 [citado 15 Ago 2021];43(3):219–22. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/pdf/cm/v49n3/es\\_1657-9534-cm-49-03-00219.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/cm/v49n3/es_1657-9534-cm-49-03-00219.pdf)
71. Mejías ME, Román V, Huertas JM, Salem H, Galindo A. Estenosis aórtica crítica y síndrome de corazón izquierdo hipoplásico de diagnóstico precoz en un hospital de segundo nivel. *Rev Chil Obs Ginecol* [en línea]. 2016 [citado 15 Ago 2021];81(3):229–33. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchog/v81n3/art10.pdf>
72. Watanabe M, Strainic J. Introduction to “fetal interventions to alleviate heart defects.” *Birth Defects Res* [en línea]. 2019 [citado 15 Ago 2021];111:367–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30860313/>
73. Perosanz A. Programa de apoyo familiar en mujeres que deciden realizar una interrupción voluntaria del embarazo por malformaciones congénitas. [proyecto de intervención, trabajo de grado en línea]. 2020 [citado 15 Ago 2021]. Disponible en: <https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/70665>
74. IFCIR Registry International Fetal Cardiac Intervention. [en línea] [actualizado 2020; citado 15 Ago 2021] What does IFCIR aim to achieve? [aprox. 1 pant]. Disponible en: <https://ifcir.org/patients.html>
75. Huamán M. Cirugía fetal: actualidad Fetal surgery: Current situation. *Rev Peru Ginecol Obs* [en línea]. 2018 [citado 15 Ago 2021];64(4):539–42. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rgo/v64n4/a01v64n4.pdf>

76. NAFNET. The North American Fetal Therapy Network [en línea].[actualizado 2021; citado 15 Ago 2021] What is NAFNet? [aprox. 1 pant.]. Disponible en: <http://www.naftnet.org/>
77. Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). [en línea]. [actualizado 2021?; citado 18 Ago 2021] About AEPC [aprox. 1 pant.].Disponible en: <https://www.aepc.org/about-AEPC>
78. Moon-Grady A, Participants IFCIR. International Fetal Cardiac Intervention Registry: a decade of data sharing and collaborative investigation [en línea]. Berlin, Alemania; 2019 [citado 18 Ago 2021]. Disponible en: <https://obgyn.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/uog.20548>
79. Jantzen D, Moon-Grady A, Morris S, Armstrong A, Berg C, Dangel J, et al. Hypoplastic Left Heart Syndrome With Intact or Restrictive Atrial Septum A Report From the International Fetal Cardiac Intervention Registry. *Circulation* [en línea]. 2017 [citado 18 Ago 2021];136:1346–1349. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025873>
80. Dávila L, Montejo M. Beneficios del cierre por vía extra-pleural del ductus arterioso persistente. *Rev. méd. (Col. Méd. Cir. Guatem)* [en línea]. 2018 [citado 18 Ago 2021]; 157 (2): 84-89. Disponible en: <https://www.revistamedicagt.org/index.php/RevMedGuatemala/article/view/103>
81. Carpizo J. La interrupción del embarazo antes de las doce semanas [en línea] México: Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. [citado 10 Ago 2021]. p. 7–8. Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2841/4.pdf>
82. Montaguti E, Balducci A, Perolo A, Livi A, Contro E, Casadio P, et al. Prenatal diagnosis of congenital heart defects and voluntary termination of pregnancy. *Am J Obs Gynecol*

MFM [en línea]. 2020 [citado 10 Ago 2021];2. Disponible en: <https://www.ajogmfm.org/action/showPdf?pii=S2589-9333%2820%2930176-2>

83. Gaitán H, Estrada K. La seguridad en los servicios de salud, un problema prioritario en la atención de la mujer a nivel mundial. *Rev Colomb Obstet Ginecol* [en línea]. 2021 [citado 15 Ago 2021];72(2). Disponible en: <https://revista.fecolsog.org/index.php/rcog/article/view/3750>
84. Picazo M. Malformaciones estructurales congénitas detectadas por ecografía en el servicio de Perinatología del Hospital General de Zona no. 20 [tesis de Maestría en línea] México: Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina; 2020 [citado 12 Ago 2021]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/13982>
85. Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. *Ultrasound Obs Gynecol* [en línea]. 2013 [citado 12 Ago 2021];41:348–59. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23460196/>
86. Strainic J. Fetal cardiac intervention for right sided heart disease: Pulmonary atresia with intact ventricular septum. *Birth Defects Res* [en línea]. 2019;111:395–9. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/bdr2.1499>

## Anexos

### Anexo No.1

**Tabla No.1**

Matriz de artículos utilizados según tipo de estudio

Tipo de estudio	Término utilizado		Número de artículos
Todos los artículos	No filtrados		349
	DeCS	MeSH	
Simposios	"Ultrasonido",	"Diagnostic imaging",	02
Estudios Observacionales Descriptivos	"Cardiopatías Congénitas" "Ecografía"	"Ultrasonography", "Ultrasonics", "Heart Defects",	26
Estudios Observacionales Analíticos	"Diagnóstico por ultrasonido" "Imagen por ultrasonido"	"Congenital" "Countries in Developing"	02
Estudios Documentales Descriptivos	"Anomalías Cardiacas Congénitas"	"Country Developing" "Developing Country"	28
Revisiones sistemáticas	"Países en desarrollo" "Países desarrollados"		09
Literatura gris			13
Libros			06
Guías clínicas			04

\*Fuente: modificada de Guía de Formato y Estilo para monografía. USAC

## Anexo No. 2

### Tabla No.2

Matriz de datos de buscadores y términos utilizados

Buscadores	Términos utilizados y operadores lógicos	
	Español	Inglés
Google Scholar	Ultrasonido AND Cardiopatías Congénitas	Ultrasonography AND Heart Defects AND Congenital
	Ecografía AND Anomalías Cardíacas Congénitas	Diagnostic imaging AND Heart Defects AND Congenital
	Cardiopatías Congénitas AND Diagnóstico por ultrasonido AND Países en desarrollo	Diagnostic imaging AND Heart Defects AND Countries in Developing”
	Cardiopatías Congénitas AND Diagnóstico por ultrasonido AND Países desarrollados	Diagnostic imaging AND Heart Defects AND Countries Developing
Pub Med		MeSH Terms: Ultrasonography AND Heart Defects AND Congenital
		MeSH Terms: Diagnostic imaging AND Heart Defects AND Congenital
		MeSH Terms: Diagnostic imaging AND Heart Defects AND Countries in Developing”
		MeSH Terms: Diagnostic imaging AND Heart Defects AND Countries Developing
Cochrane		Ultrasonography
		Congenital Heart Defects AND Ultrasonod
		Diagnostic imaging in Countries Developing”

\*Fuente: modificada de Guía de Formato y Estilo para monografía. USAC

### Anexo No. 3

**Tabla No. 3**

Matriz de literatura gris utilizada

<b>Tema del documento</b>	<b>Acceso</b>	<b>Localización (en línea)</b>	<b>Total de documentos en biblioteca</b>	<b>Número de documentos utilizados</b>
Unidad de Cirugía Cardiovascular de Guatemala. Cartera de Servicios.	Página oficial de Unidad de Cirugía Cardiovascular de Guatemala	<a href="https://www.unicargt.org/servicios.html">https://www.unicargt.org/servicios.html</a>	---	---
Defectos cardiacos congénitos en niños	Página oficial de Mayo Clinic	<a href="https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/congenital-heart-defects-children/symptoms-causes/syc-20350074">https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/congenital-heart-defects-children/symptoms-causes/syc-20350074</a>	---	---
Cardiopatías congénitas en el recién nacido	Página oficial de Fundación Salud Infantil	<a href="https://fundacionsaludinfantil.org/cardiopatias-congenitas-en-el-recien-nacido/">https://fundacionsaludinfantil.org/cardiopatias-congenitas-en-el-recien-nacido/</a>	---	---
Generalidades sobre las anomalías cardiovasculares	Página oficial de Manual MSD Versión para profesionales	<a href="https://www.msmanuals.com/es/professional/pediatric/anomalias-cardiovasculares-congenitas/generalidades-sobre-las-anomalias-cardiovasculares-congenitas">https://www.msmanuals.com/es/professional/pediatric/anomalias-cardiovasculares-congenitas/generalidades-sobre-las-anomalias-cardiovasculares-congenitas</a>	---	---
Embarazo, parto y puerperio, Normas de Atención en Salud Integral para primero y segundo nivel. Guatemala	Página oficial del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	---	---	---
Detección de cardiopatías congénitas asociadas a una translucencia nucal mayor al percentil 95.	Repositorio académico digital Universidad Autónoma de Nuevo León	<a href="http://eprints.uanl.mx/17516/">http://eprints.uanl.mx/17516/</a>	11,183	2
Diagnóstico prenatal de cardiopatías congénitas estructurales y funcionales en una unidad de diagnóstico prenatal universitaria	Repositorio académico digital Universidad Autónoma de Nuevo León	<a href="http://eprints.uanl.mx/20583/">http://eprints.uanl.mx/20583/</a>	11,183	2
Evaluación de un nuevo protocolo de diagnóstico genético en la atención	Repositorio institucional de la Universidad Computense de	<a href="https://eprints.ucm.es/id/eprint/58487/">https://eprints.ucm.es/id/eprint/58487/</a>	17,658	1

prenatal de las gestantes en riesgo de cromosopatías.	Madrid			
Programa de apoyo familiar en mujeres que deciden realizar una interrupción voluntaria del embarazo por malformaciones congénitas	Repositorio Obert Universidad de Lleida	<a href="https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/70665">https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/70665</a>	2,018	1
IFCIR Registry International Fetal Cardiac Intervention. What does IFCIR aim to achieve?	Registry International Fetal Cardiac Intervention	<a href="https://ifcir.org/patients.html">https://ifcir.org/patients.html</a>	---	---
NAFNET. The North American Fetal Therapy Network. What is NAFNet?	The North American Fetal Therapy Network	<a href="http://www.naftnet.org/">http://www.naftnet.org/</a>	---	---
Association for European Paediatric and Congenital Cardiology. About AEPC	Association for European Paediatric and Congenital Cardiology	<a href="https://www.aepc.org/about-AEPC">https://www.aepc.org/about-AEPC</a>	---	---

\*Fuente: modificada de Guía de Formato y Estilo para monografía. USAC