

Evaluación del corazón fetal en el primer trimestre: estado del arte

Dres. Jeiv Vicente Gómez Marín ¹, Manuel Guevara ², Luisauri Noguera ³,
Luis Mendoza ⁴, Yanine Palacios ⁵, Carlos Ramón Cabrera Lozada ⁶

DOI: <https://doi.org/10.59542/CRANM.2025.XXXII.10>

ORCID: 0000-0003-4833-5160¹

ORCID: 0009-0000-1888-5888²

ORCID: 0000-0002-7745-5279³

ORCID: 0009-0003-7567-2821⁴

ORCID: 0009-0001-8014-9926⁵

ORCID: 0000-0002-3133-5183⁶

¹M.Sc. en bioética, especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal.
Coordinador de investigación del programa de especialización en medicina materno fetal.
Universidad Central de Venezuela.

²Especialista en obstetricia y ginecología, residente del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central Venezuela.

³Especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Docente asistencial del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela.

⁴Especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Docente asistencial del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela.

⁵Especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Docente asistencial del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela.

⁶MD.PhD. especialista en obstetricia y ginecología. Director fundador emérito del programa de especialización en medicina materno fetal. Universidad Central de Venezuela.
Miembro Correspondiente Nacional puesto 16 de la Academia Nacional de Medicina.

RESUMEN

Las cardiopatías congénitas (CC) afectan al 0,8 %-1 % de los nacidos vivos, representando la primera causa de mortalidad neonatal e infantil a nivel global asociada a defectos congénitos. La sistematización de la evaluación ultrasonográfica del corazón fetal en la práctica rutinaria del control prenatal en la sonografía de las 11-14 semanas, con los avances en modo B y uso del *Doppler* han aumentado las tasas de detección precoz de CC, acercándose cada vez más a las que se tienen en el segundo y tercer trimestre. El programa de especialización en medicina materno fetal de la Maternidad “Concepción Palacios”, ubicada en Caracas, Distrito Capital, ha desarrollado experiencia clínica en la evaluación precoz del corazón fetal estructural y funcional, básica y extendida, con éxito en la obtención de los cortes requeridos y reproducibilidad clínica con baja variabilidad interobservador e intraobservador, evidenciando aumento de la detección precoz de CC.

Palabras clave: Evaluación, corazón fetal, primer trimestre.

SUMMARY

Congenital heart diseases (CHD) affect 0.8 %-1 % of newborns, being the first global cause of neonatal and infant mortality related to birth defects. Systematic assessment of fetal heart routine clinical practice on the 11-14 weeks' scan, using the recent advances on B-mode and Doppler use, has successfully increase CHD detection rates, approaching to those obtained on the second and third trimester. Maternal fetal medicine specialization program on the “Concepcion Palacios” Maternity, located in Caracas, Capital District, has successfully developed clinical experience on the early fetal heart assessment and imaging acquisition of the required ultrasound views, with clinical reproducibility and low inter-observer and intra-observer variability, increasing early CHD detection.

Keywords: Assessment, fetal heart, first trimester.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (1), define una anomalía congénita como todos los defectos estructurales o funcionales, incluidos trastornos metabólicos que están presentes desde el nacimiento. La Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia (SEGO) (1), define como anomalía mayor a aquellas anomalías congénitas que ponen en grave riesgo la salud, la calidad de vida o la vida del neonato, con severas consecuencias estéticas o funcionales frecuentemente, requiriendo atención médica especializada, a menudo quirúrgica. Se definen como anomalías congénitas menores, aquellas que no representan un grave riesgo para la salud, la calidad de vida o la vida del neonato, en la mayoría de los casos no requieren tratamiento médico ni quirúrgico. Se definen como anomalías letales aquellas que terminarán con la muerte del feto o el neonato. Las tasas de detección globales de anomalías mayores en el primer trimestre varían entre un 29 %-83 %, en la ecografía realizada entre las 11-14 semanas (1-3).

Dentro de las estrategias para la disminución de la morbimortalidad perinatal e infantil a nivel global por los equipos de salud perinatales, reviste especial interés el diagnóstico y tratamiento oportuno de las anomalías fetales, entre ellas las cardiopatías congénitas (CC) estructurales y/o funcionales, frecuentemente relacionadas con aumento de riesgo de resultados perinatales adversos, estén o no asociadas a anomalías extra cardíacas (1-11). Las CC afectan al 0,8 %-1 % de los nacidos vivos, 70 %-90 % de las cuales no poseen factores de riesgo clínico-epidemiológicos conocidos, según las diferentes series reportadas en la literatura anglosajona e hispanoamericana (1-4,9-25). Las CC son 5-7 veces más frecuentes que las anomalías cromosómicas y 3-4 veces más frecuentes que los defectos del tubo neural (1-4,9-25).

Un 50 %-60 % de las CC requerirán tratamiento quirúrgico antes del primer año de vida, siendo la primera causa de mortalidad infantil a nivel mundial asociada a defectos congénitos con 25 %-35 % de mortalidad global de no recibir tratamiento oportuno, amén de su frecuente asociación con aneuploidías y síndromes genéticos, variable en

un 25 %-90 %, dependiendo de la aneuploidía o síndrome genético y del tipo de CC (1-4,9-25). Por tanto, su detección oportuna prenatalmente permite mejorar resultados perinatales al realizar derivación adecuada y manejo multidisciplinario pertinentes según el tipo de cardiopatía detectada, realizar la consejería preconcepcional adecuada, y en aquellos países y regiones de países, con un marco legal que lo permita, interrupción legal del embarazo.

Con la sistematización de la evaluación ultrasonográfica del corazón fetal en la práctica rutinaria del control prenatal (1,4-25), incluyendo guías protocolizadas reconocidas internacionalmente por la *International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology* (ISUOG), el *American Institute Ultrasound of Medicine* (AIUM), la *Fetal Medicine Foundation* (FMF) del Reino Unido, la SEGO, o protocolos institucionales en centros de atención terciaria como el Hospital Clínico de Barcelona, así como los parámetros más comúnmente utilizados para el cribado de CC estructurales y/o funcionales en la literatura anglosajona e hispanoamericana, el diagnóstico prenatal de cardiopatías complejas, ha aumentado ostensiblemente y con ello contribuido a la reducción de la mortalidad neonatal e infantil asociada, que en países desarrollados llega a 3 %-5 % del total de CC diagnosticadas prenatalmente. A finales de la última década del siglo XX y la primera década del siglo XXI, se estimaba de 11 %-30 %, la tasa de detección prenatal de CC en el primer trimestre del embarazo, principalmente en centros de atención terciaria (9-11).

En la Maternidad “Concepción Palacios” (MCP), ubicada en Caracas, Distrito Capital, la tasa de mortalidad neonatal en el período 2019-2023 fue de 35,57 por cada 1 000 nacidos vivos (3,4), los defectos congénitos representan la tercera causa de mortalidad detrás del síndrome de dificultad respiratoria/prematuridad extrema y la sepsis neonatal, llegando hasta un 15,98 % de los casos. Las anomalías gastrointestinales, CC mayores, defectos del tubo neural y otras ciemopatías complejas del sistema nervioso central, anomalías cromosómicas y otros síndromes polimalformativos representan 88,57 % de la mortalidad neonatal por defectos congénitos (3,4).

En la MCP, el Comité Académico del programa de especialización en Medicina Materno Fetal (MMF), posgrado clínico, en concordancia con las directrices en área de investigación, docente, asistencial y administrativa de la Coordinación de Estudios de Posgrado de Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, como parte de las políticas públicas del Estado a través de la universidad y su acción de investigación con vocación social para el progreso nacional, en el mejoramiento del registro y mejoramiento de los indicadores de salud perinatal, siendo la MMF una disciplina cuyo fin es el mejoramiento de los indicadores de salud perinatal (2-7), ha planteado la necesidad de ajustar medidas en la práctica clínica de la MMF en la MCP y a nivel nacional aumentando el diagnóstico precoz en el primer trimestre de la gestación, específicamente en la sonografía realizada entre las 11-14 semanas de edad gestacional, de las CC (2-5).

Este curso de acción toma en cuenta los hallazgos más recientes en cuanto al impacto positivo de la evaluación de la integridad de la ecoanatomía y fisiología del sistema cardiovascular fetal y su repercusión en la circulación fetal y los resultados perinatales, incluyendo la introducción de nuevos marcadores de funcionalismo cardíaco evaluables en los tres trimestres de la gestación, permitiendo un mayor alcance en la evaluación de la salud fetal (20-40).

Dicho enfoque permite mejorar la evaluación temprana de la salud fetal, en concordancia con la tendencia contemporánea de la inversión de la pirámide de control prenatal (39-41). En las primeras dos décadas del siglo XXI, se ha incorporado a la práctica clínica de los equipos de salud perinatales, las pruebas de tamizaje tan tempranamente como en el primer trimestre de gestación, para detección de anomalías cromosómicas y enfermedades genéticas inicialmente, y posteriormente problemas de salud pública como los estados hipertensivos del embarazo, el parto pretérmino y el bajo peso al nacer (4,39-41).

El uso del ultrasonido en el embarazo evoluciona continuamente. Dentro de las guías de la ISUOG (12-15) de la evaluación fetal en los tres trimestres de la gestación, práctica estandarizada en la rutina clínica en gran parte de los países desarrollado y en vías de desarrollo

a nivel global, la sonografía del primer trimestre, realizada entre las 11-14 semanas de edad gestacional, ha evolucionado a una evaluación rutinaria de estructuras pequeñas y complejas en ese momento del embarazo como el corazón (1,21-38).

El desarrollo embriológico cardíaco representa un proceso complejo de múltiples pasos, influenciado varios mecanismos moleculares y genéticos. La anatomía cardíaca se ha completado para las 8-10 semanas y las CC están presentes para las 11-14 semanas (21).

Entre los factores de riesgo descritos en relación a CC en la evaluación del corazón fetal en el primer trimestre (10,11,40) en fetos euploides, están las anomalías estructurales extracardíacas (21 %), historia previa de CC (8,7 %), *ductus* venoso alterado (7,5 %), translucencia nucal aumentada (7 %), gemelos monocoriales (5,5 %, 9,3 % en casos de síndrome de transfusión feto-feto), regurgitación tricúspide (5,1 %), arteria subclavia aberrante (5,1 %), consanguinidad (4,4 %), tecnologías de reproducción asistida (4,3 %). En menor medida, la diabetes mellitus pregestacional y la exposición a fármacos y teratógenos (10,11,40).

Entre los argumentos a favor del cribado precoz de CC en el primer trimestre (21-38), están:

- 1) Los marcadores ultrasonográficos indirectos como la desviación del eje cardíaco, alteración de la translucencia nucal, *ductus* venoso, regurgitación tricúspide y vena pulmonar están presentes y proveen una oportunidad única para orientar a un diagnóstico temprano.
- 2) Las CC ya están presentes y detectables en más del 50 % de los casos entre las 11-14 semanas, según estudios de cohorte en centros (principalmente de atención terciaria) con personal entrenado.
- 3) Mayor tiempo para la consejería prenatal, mayor tiempo para realizar estudios prenatales adicionales.
- 4) Mayor tiempo para los padres para procesar la información y tomar decisiones.

- 5) En aquellos países y/o regiones de los países, cuyo marco legal lo permita, acceso más temprano y seguro a interrupción legal del embarazo.

Entre los argumentos en contra de realizar cribado precoz de CC en el primer trimestre (21-38), están:

- 1) Rechazo de los profesionales sanitarios a aceptar el cribado temprano de CC.
- 2) Limitaciones en el pronóstico, dada la historia natural variable de ciertas CC.
- 3) Ausencia de estandarización en la evaluación de funcionalismo cardíaco en primer trimestre.
- 4) Poca evidencia del costo/beneficio del cribado precoz de CC.

Los actuales equipos de ultrasonido permiten la evaluación sistemática del corazón fetal en el primer trimestre, manteniendo el índice térmico tisular y el índice mecánico por debajo de los límites recomendados de 1,0, por lo que se considera seguro y recomendable si el principio de “*As low as Reasonable Achievable*” (ALARA) se sigue, limitando el bioefecto potencial (12,13,21).

En Venezuela, la Sociedad de Obstetricia y Ginecología de Venezuela y su seccional de MMF, y la Asociación Venezolana de Ultrasonido en Medicina (AVUM), si bien no emiten guías propias, convalidan las recomendaciones de la ISUOG, la FMF, el AIUM y la SEGO con respecto al tema (1-3,12,13,18-20,37,41).

DESARROLLO

Para los profesionales sanitarios con entrenamiento apropiado a cargo de la evaluación del corazón fetal entre las 11-14 semanas, las recomendaciones de la ISUOG, la FMF, el AIUM y la SEGO (1,12,13,18-21,37), recomiendan la evaluación rutinaria de la vista de 4 cámaras y la evaluación de los tractos de salida en modo bidimensional, también

conocido como modo B o 2D, y con *doppler* color. Tomando en cuenta que, en esta edad gestacional, el corazón mide aproximadamente 8-10 mm del ápex a la base y 7-9 mm de lado a nivel de los anillos atrioventriculares, mientras que los tractos de salida miden 1-2 mm, es de capital importancia la configuración adecuada del equipo para un cribado adecuado de CC (21).

Entre los aspectos técnicos sugeridos para la configuración adecuada del equipo de ultrasonido, previo a la evaluación sistematizada del corazón fetal en modo B (12,13,18,21), se encuentran:

- a) Estrechar el ancho de ventana de insonación al tamaño del tórax fetal.
- b) Magnificar la imagen, el tórax fetal debería cubrir más del 50 % de la imagen.
- c) Aumentar el contraste dinámico y la ganancia.
- d) Uso de la mayor frecuencia posible, idealmente 9 MHz transabdominal, 5-9 MHz o 6-12 MHz transvaginal.

Entre los aspectos técnicos sugeridos para la configuración adecuada del equipo de ultrasonido, previo a la evaluación sistematizada del corazón fetal con *doppler* color (11,12,19,20), se encuentran:

- a) Optimizar previamente el equipo en modo B.
- b) Tamaño de la ventana de insonación debe abarcar el corazón entero.
- c) Frecuencia de repetición de pulsos entre 20 y 30 cm/s
- d) Poder de ultrasonido entre 90 % y 95 %
- e) Nivel de filtro medio/alto con ganancia color adecuada, imagen debería mostrar un flujo rojo y/o azul bien definido, sin sobreagregarse a estructuras vecinas y sin *aliasing*.

En la experiencia del programa de especialización de MMF de la MCP, considerar el cambio de otros parámetros de la configuración del equipo de ultrasonido como el contorno, dado que aumentar el contorno y por ende el pixel mejora diferenciación (en exceso imagen con mucho “grano”, en exceso), el cambio del color/tinte/cromático

(incluyendo colores ocre o sepia), la persistencia (en exceso imagen con mucho “grano”, baja imagen “borrosa”), el contraste en la escala de grises, el realce de bordes de la imagen, el suavizado de la imagen o el rechazo de la imagen, entre otros, puede mejorar subjetivamente la calidad de la imagen en opinión del examinador familiarizado con los ajustes técnicos individualizados para optimizar las imágenes obtenidas (*knobology*), pero no ha demostrado aumento objetivo de la tasa de detección de CC, en cualquiera de los 3 trimestres, en comparación con ajustarse exclusivamente a las recomendaciones de la ISUOG&(2,3,12-15).

Se consideran requerimientos mínimos por la ISUOG (12,13,21), en la evaluación del corazón fetal en la ecografía entre las 11-14 semanas, la presencia del corazón fetal intratorácica y tener un ritmo cardíaco regular. Se consideran como puntos de buena práctica en la vista axial de 4 cámaras en modo B, la constatación de presencia de actividad cardíaca regular en ritmo sinusal, con *situs* intratorácico con eje de 30 a 60 grados en levocardia, el corazón ocupando un tercio del tórax, presencia de 2 ventrículos y 2 aurículas claramente diferenciados, simetría relativa de aurículas derecha e izquierda y ventrículos derecho e izquierdo (12,13,21).

Se consideran como puntos de buena práctica en la vista axial de 4 cámaras a la evaluación *doppler* por la ISUOG (12,13,21), la presencia de presencia de 2 ventrículos y 2 aurículas claramente diferenciados, ausencia de regurgitación tricúspide alterada en la evaluación de la onda de velocidad de *flujo doppler* en válvula atrioventricular tricúspide, la constatación de flujo diastólico de aurículas derecha e izquierda a ventrículos ventrículos derecho e izquierdo, respectivamente.

Se considera como punto de buena práctica por la ISUOG (12,13,21), la visualización de los tractos de salida con modo B y *doppler* color, derecho e izquierdo, verificando emergencia de arteria pulmonar de ventrículo derecho (anterior) apuntando hacia el hemitórax izquierdo y arteria aorta de ventrículo izquierdo (posterior) apuntando hacia el hemitórax derecho y el cruce de las grandes arterias. Con disminución de la frecuencia de repetición de pulsos y adecuar la ganancia del

doppler se puede observar la ramificación de la arteria pulmonar en ramas derecha e izquierda. Dado el pequeño tamaño de las estructuras cardíacas los movimientos realizados por el operador deben ser de mínima amplitud (12,13,21).

Se considera punto de buena práctica por la ISUOG (12,13,21), la evaluación *doppler* color de la vista 3 vasos-tráquea corroborando dirección en el mismo sentido del flujo sanguíneo de las arterias pulmonar y aorta, arteria pulmonar y aorta apuntando hacia la izquierda (punto de reparo la tráquea) y el tamaño de los grandes vasos. Por último, se considera punto de buena práctica, la evaluación de la onda de velocidad de flujo *doppler* del *ductus* venoso evidenciando la presencia de onda “A” anterógrada.

Más allá del cribado realizado en la sonografía de las 11-14 semanas, se realiza ecocardiografía detallada en pacientes seleccionados en una forma similar a la realizada en el segundo o tercer trimestre, basado en la presencia de factores de riesgo o un hallazgo alterado durante el cribado del primer trimestre (21). Se realiza con la finalidad de confirmar la presencia de una CC, diferenciar el tipo de CC y de ser posible, su pronóstico (21).

En cuanto a la tasa de éxito en obtener vistas apropiadas, la SEGO reporta (20), que el corte de 4 cámaras, se visualiza en el 98 % de los casos (combinando evaluación transabdominal y transvaginal) a las 11 semanas, tractos de salida de 79 %-97 %, corte de 3 vasos y 3 vasos-tráquea en 73 %-97 % entre las 11-13 + 6 semanas, arcos aórtico y ductal 80 %-97 % entre las 11-13 + 6 semanas, y que las venas pulmonares se visualizan a partir de la semana 11.

Por su parte, Rieder, Eperon y Meagher (21), y Hutchinson y col. (22), reportan que en la semana 10, las 4 cámaras cardíacas se visualizan en un 80 %, el eje cardíaco 84 %, tractos de salida y cruce de las grandes arterias 24 % con modo B y 64 % con *doppler* color, arco aórtico en 29 % con modo B y 60 % con *doppler* color. En la semana 11, las 4 cámaras se visualizan en 98 % y el eje cardíaco en 97 %, tractos de salida en 72 % con modo B y 91 % con *doppler* color, el cruce de las grandes arterias en 69 % con modo B y 91 % con *doppler*

color, arco aórtico 66 % con modo B y 81 % con *doppler* color. En la semana 12, las 4 cámaras se visualizan en 100 % y el eje cardíaco en 100 %, tractos de salida en 76 % con modo B y 94 % con *doppler* color, el cruce de las grandes arterias en 75 % con modo B y 95 % con *doppler* color, arco aórtico 75 % con modo B y 96 % con *doppler* color. En la semana 13, las 4 cámaras se visualizan en 100 % y el eje cardíaco en 100 %, tractos de salida en 97 % con modo B y 97 % con *doppler* color, el cruce de las grandes arterias en 94 % con modo B y 94 % con *doppler* color y el arco aórtico 90-94 % con modo B y *doppler* color.

Pese a que depende en gran medida de la estética fetal, la evaluación de corazón fetal en el primer trimestre presenta algunas ventajas técnicas respecto a la del segundo trimestre (21), los movimientos fetales incrementados aumentan las probabilidades que el feto se posicione apropiadamente para una evaluación durante el tiempo del examen, además de una ausencia relativa de sombreado que resulta de la baja osificación de los huesos que permiten obtener imágenes de buena calidad incluso con la interposición de estructuras como la columna dorsal fetal. Adicionalmente, el *cineloop* considerando un feto muy activo, prueba ser una herramienta valiosa en el primer trimestre (21).

El uso del abordaje transvaginal permite incrementar la tasa de éxito hasta un 15 %-20 % en la obtención de imágenes óptimas para la evaluación de los tractos de salida y el arco aórtico, especialmente en pacientes con índice de masa corporal mayor a 30 kg/m², permitiendo realizar una evaluación fidedigna temprana del corazón fetal, acorde a las recomendaciones de la ISUOG, la FMF, el AIUM y la SEGO (1,12,13,18-21,37), hasta en 90 % de los casos (20,21). Tiene la limitante, que sigue dependiendo de la estética fetal y que requiere un sonografista familiarizado con la evaluación transvaginal (21).

Si bien no se recomienda su uso rutinario según las guías ISUOG (12,13), la ultrasonografía 4D con correlación de imagen espacio-temporal (STIC) (21), se ha descrito como una herramienta de potencial valioso en la evaluación del corazón fetal en el primer trimestre, reduce la dependencia del operador y permite almacenado *off-line* que pueda ser revisado *a posteriori* por otros examinadores,

de especial utilidad en la evaluación de CC mayores complejas. Tiene la limitante que amerita alta experticia por el operador y requerir tecnología especializada en los equipos de ultrasonido lo que dificulta su incorporación a la práctica rutinaria (21).

En una metaanálisis de Buijtendijk y col. (23), que abarcó 87 estudios que evaluaron 7 millones de fetos, se encontró que la comparación entre la ecografía de las 11-14 semanas con la de las 18-24 semanas ha demostrado que en el primer trimestre se diagnostica hasta 91,3 % de las anomalías fetales letales y 37,5 % de cualquier tipo de anomalía fetal, con tasa de falsos positivos menor a 1 % (22).

En cuanto a los índices de eficacia diagnóstica de la evaluación sistematizada de corazón fetal en el primer trimestre en el cribado de CC siguiendo las recomendaciones de las guías de la ISUOG, la FMF, el AIUM y la SEGO (1,12,13,18-21,37), un metanálisis de Karim y col. (24), que incluyó 63 estudios, que evaluaron 328 262 fetos, encontró una sensibilidad de 55,8 %, especificidad de 99,98 %, con valor predictivo positivo de 94,85 % en población de bajo riesgo para CC (prevalencia de 0,41 %). Los casos diagnosticados en primer trimestre, correspondieron a 63,67 % del total de CC mayores diagnosticadas prenatalmente. En cuanto a la población de alto riesgo para CC, que presentó una prevalencia de 1,36 %, en el diagnóstico de CC, se encontró sensibilidad de 67,74 %, especificidad de 99,75 %, con valor predictivo positivo de 94,22 %. Los casos diagnosticados en primer trimestre, correspondieron a 79,86 % del total de CC mayores diagnosticadas prenatalmente.

Para disminuir la tasa de falsos negativos en el cribado de CC en el primer trimestre, Botelli y col. (25), recomiendan que la evaluación se realice con la columna dorsal fetal posterior y adaptación de la configuración de *doppler* color y *doppler* poder a cada caso individual, así como referencias a centros especializados en cardiología fetal de casos dudosos en gestantes obesas y con embarazo gemelar.

Se han realizado trabajos para encontrar valores de referencia parámetros de funcionalismo cardíaco en primer trimestre (26-38), tales como las velocidades pico sistólica de las arterias pulmonar y aorta, o

los tiempos de relajación isovolumétrica, contracción isovolumétrica y de eyección aórtica, el índice de rendimiento miocárdico obtenidos en la evaluación de *doppler* mitraoártico. Se necesita realizar estudios de cohortes de mayor muestra. Estudiar parámetros de función diastólica, sistólica y global, como la fracción de succión atrial izquierda, el índice de rendimiento miocárdico, el istmo aórtico o el índice de rendimiento ventricular pudieran ser de utilidad a futuro en este sentido (5,25-38,40,42).

De igual forma, la evaluación precoz de parámetros como el PR mecánico en *doppler* mitraoártico, o los diversos cambios en la morfología del *ductus* venoso en presencia de grados variables de disfunción cardíaca, o la onda de velocidad de flujo *doppler* simultánea de vena pulmonar y arteria pulmonar periférica pudieran convertirse en parámetros a investigar a futuro en primer trimestre, incluyendo la correlación con las variantes en condiciones fisiológicas y patológicas de la circulación fetal, el sistema cardiovascular fetal y los resultados perinatales (26-38,40,42).

El uso de marcadores indirectos de cardiopatías como translucencia nucal mayor a percentil 95 para la edad gestacional, *ductus* venoso con onda “A” en reversa o ausente y regurgitación tricúspide mayor a 60 cm/s, se ha descrito en fetos euploides como marcador indirecto de CC (26-38,43). La onda “A” en reversa de la vena pulmonar se ha reportado como marcador indirecto de CC con obstrucción del tracto de salida izquierdo en series de casos (32,34). Según Orlic y col. (27), la sensibilidad aislada de la translucencia nucal aumentada llega hasta 66 %, *ductus* venoso con onda “A” en reversa o ausente 58 % y regurgitación tricúspide mayor a 60 cm/s 55 %, con especificidad de 78 %, 91 % y 90 %, así como valor predictivo positivo de 92 %, 96 % y 91 %, respectivamente. Cuando se combina translucencia nucal aumentada con *ductus* venoso alterado llega a 70 %, translucencia nucal aumentada con regurgitación tricúspide 74 %, translucencia nucal aumentada con *ductus* venoso alterado y regurgitación tricúspide 77 % con especificidad de 95 %, 94 % y 97 %, así como valor predictivo positivo de 97 %, 95 % y 98 %, respectivamente.

En un estudio poblacional de Minnella y col. (43), de 93 209 embarazos sin anomalías cromosómicas aparentes, se evaluaron 211 neonatos con una CC mayor (0,23 %) y 92 998 neonatos morfológicamente normales. En 53,6 % de los casos con una CC mayor el diagnóstico se realizó en la ecografía del primer trimestre, 38,9 % en el segundo trimestre, 4,7 % en el tercer trimestre y 2,8 % posnatal. Se diagnosticaron todos los casos de atresia pulmonar y displasia polivalvular, más del 90 % de los casos de síndrome de hipoplasia corazón izquierdo y defecto septal atrioventricular, 60 % de las CC complejas y casos de isomerismo atrial izquierdo (vena cava inferior interrumpida con anatomía normal intracardíaca), 30 %-40 % de los casos de tetralogía de Fallot y anomalías del arco aórtico, 25 % de anomalías de válvula tricúspide y 15 % de los casos de transposición de grandes arterias, ningún caso de tronco arterioso común o estenosis pulmonar/aórtica.

De igual forma, Minnella y col. (43), reportaron que la translucencia nucal mayor a percentil 95 se observó en 36,5 % de los casos con una CC mayor, translucencia nucal mayor a percentil 99 en 21,3 %, regurgitación tricúspide mayor a 60 cm/s en 28,9 % y *ductus* venoso con onda “A” en reversa en 27,5 %. La translucencia nucal mayor a percentil 95 se encontró en 6,1 % de los casos sin CC, translucencia nucal mayor a percentil 99 en 0,9 %, regurgitación tricúspide alterada 1,2 % y *ductus* venoso alterado en 1,8 %. La translucencia nucal mayor a percentil 95, regurgitación tricúspide o *ductus* venoso alterado se encontró en 55,5 % de los fetos con una CC y 8,8 % de los fetos sin CC. La translucencia nucal mayor a percentil 99, regurgitación tricúspide o *ductus* venoso alterado se encontró en 46,9 % de los fetos con CC y 3,8 % de los fetos sin CC.

En la experiencia desarrollada por el programa de especialización en MMF de la MCP (2,3,41) en el cribado de CC en los 11 años que lleva el posgrado desde su aprobación por el Consejo Nacional de Universidades, actualmente con los equipos de ultrasonido de la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de la MCP Hitachi Arietta S70®, Meheco S12® y Meheco E3®, siguiendo las recomendaciones

de la ISUOG, el AIUM, la FMF y la SEGO (1,12,13,18-21,37), se ha logrado reproducir en el primer trimestre por los docentes asistenciales y residentes en formación del programa de especialización, las imágenes de los cortes ascendentes sistematizados en la evaluación del corazón fetal en el primer trimestre, en modo B y con uso del *doppler* color, descritos originalmente por Yagel, Cohen y Achiron en el año 2001 (44).

Se ha logrado reproducir los cortes ascendentes sistematizados en la evaluación del corazón fetal en el primer trimestre, de un 80 % de los fetos en la semana 11, a un 95 % en la semana 13 con uso del transductor transvaginal, mientras que se observa en un 70 % de los casos en la semana 11, a un 85 % en la semana 13 con el uso del transductor transabdominal (Figuras 1 a 6) (2,3,41). Dichos hallazgos reflejan que la evaluación estructural y funcional, básica y extendida, es factible con tasas de éxito en la obtención de las vistas necesarias y reproducibilidad clínica con baja variabilidad inter e intraobservador, incrementando la detección precoz de CC (2,3,41).

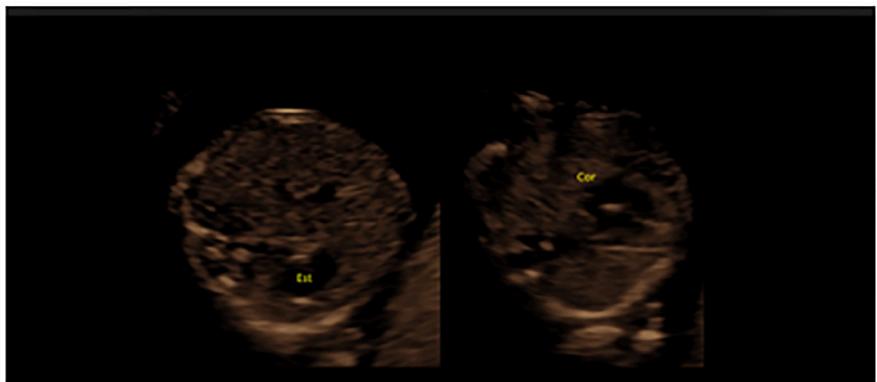


Figura 1. Corte de abdomen superior evidenciando cámara gástrica (est) y corte de 4 cámaras (Cor) en forma dual corroborando *situs solitus*, en feto podálico dorso derecho.



Figura 2. Corte axial en vista apical de 4 cámaras cardíacas evidenciando ventrículos derecho (vd) e izquierdo (vi), así como aurículas derecha (ad) e izquierda (ai).

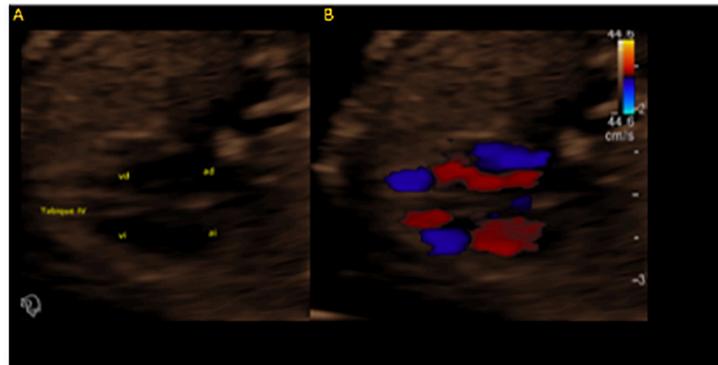


Figura 3A. Corte axial en vista subcostal de 4 cámaras evidenciando ventrículos derecho (vd) e izquierdo (vi), así como aurículas derecha (ad) e izquierda (ai), así como indemnidad del tabique ventricular (tabique iv). 3B. Uso de *doppler* color para complementar evaluación de indemnidad de tabique iv.

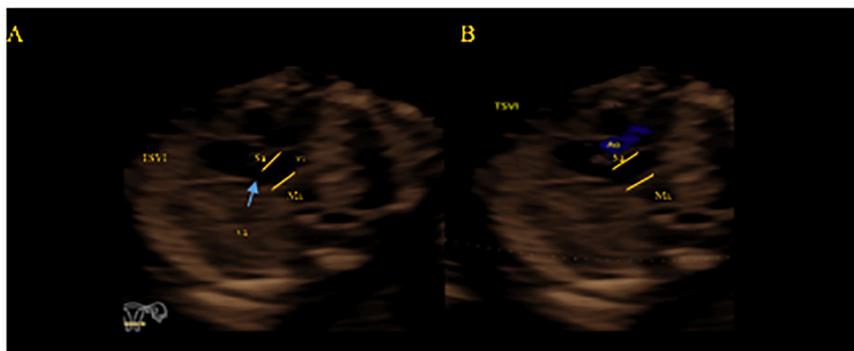


Figura 4. A. Corte axial evidenciando el ventrículo izquierdo (vi) y tracto de salida del ventrículo (TSVI) con visualización de válvula aórtica (va) evidenciando indemnidad mitraoártica (Ma) y septoaórtica (Sa). B. Evaluación del TSVI con la emergencia de la aorta (Ao) con *doppler* color corroborando indemnidad de Sa y Ma.

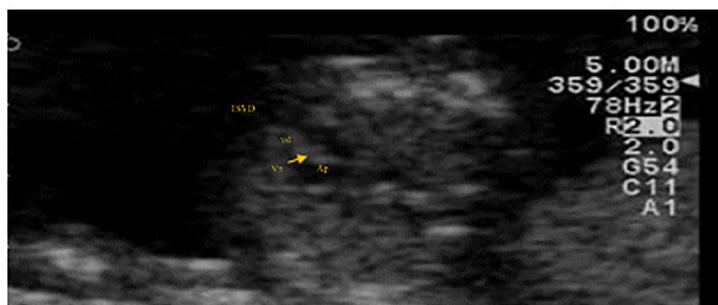


Figura 5. Corte axial evidenciando el ventrículo derecho (vd) y tracto de salida del ventrículo (TSVD) con visualización de válvula pulmonar (Vp) y arteria pulmonar (Ap).

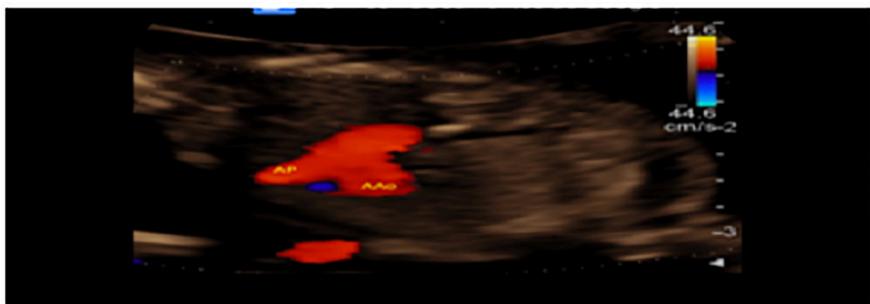


Figura 6. Corte axial a nivel de 3 vasos-tráquea con uso de *doppler* color evidenciando ausencia de *ductus* dependencia con flujo en el mismo sentido en las arterias pulmonar (AP) y aorta (AAo).

Los cortes sagitales del eje bicaval, arco ductal y arco aórtico (11,12,17,19,20) se visualizan en 65 % de los casos en la semana 11, a un 90 % en la semana 13 con uso del transductor transvaginal, mientras que se observa en un 60 % de los casos en la semana 11, a un 90 % en la semana 13 con el uso del transductor transabdominal (Figuras 7 a 9) (2,3,41).



Figura 7. Corte sagital con vista bicaval evidenciando drenaje de vena cava inferior (VCI) y vena cava superior (VCS) a aurícula derecha (ad).



Figura 8. Corte sagital a nivel del arco aórtico evidenciando la emergencia de los 3 vasos supraaórticos de la aorta (Ao), subclavia izquierda (si), carótida izquierda (ci), tronco braquiocefálico (tb).

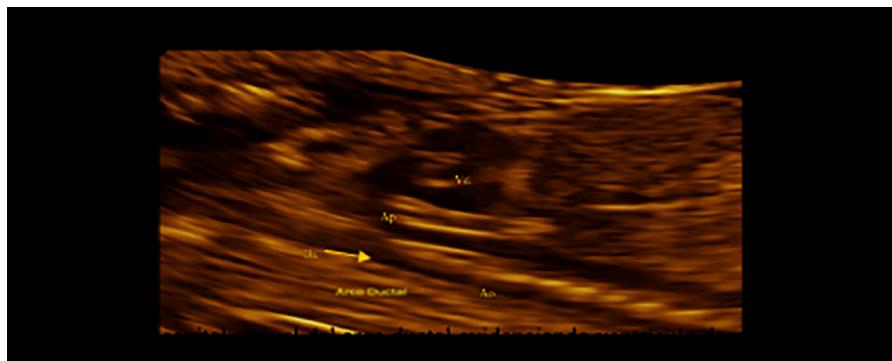


Figura 9. Corte sagital a nivel del arco ductal evidenciando ventrículo derecho (Vd), arteria pulmonar (Ap), *ductus* arterioso (Da) y aorta descendente (Ao).

También se ha logrado reproducir con éxito la evaluación de la onda de velocidad de flujo en condiciones de fisiológicas y en fetos euploides con CC mayores del *ductus* venoso y de la vena pulmonar (Figuras 10 y 11) (28,32-37).

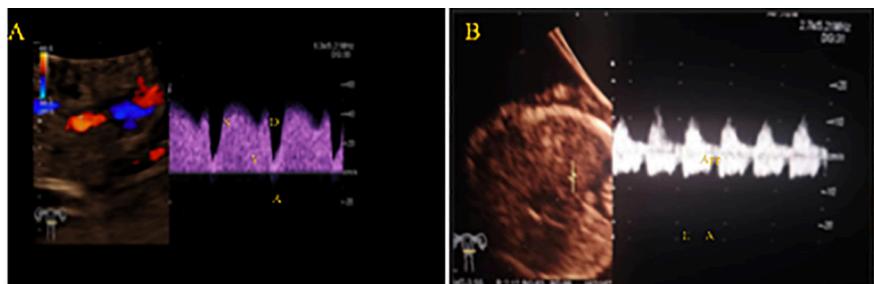


Figura 10. A. Onda de velocidad de flujo de *ductus venoso* evidenciando sus dos ascensos (S y D) y sus dos descensos (V y A) patrón fisiológico. B. Onda de velocidad de flujo de vena pulmonar y arteria pulmonar periférica (App) evidenciando patrón fisiológico bifásico anterógrado (E y A) en vena pulmonar.

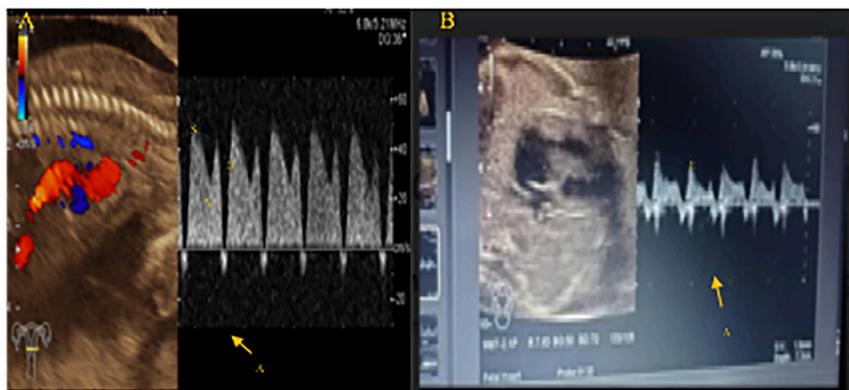


Figura 11 A. Onda de velocidad de flujo de *ductus venoso* patológico evidenciando sus dos ascensos (S y D) y sus dos descensos (V y A) con onda “A” en reversa (flecha amarilla), en feto euploide con sospecha en la semana 13 de CC conotruncal, confirmado como doble tracto de salida del ventrículo derecho con estenosis pulmonar severa en la semana 15. B. Onda de velocidad de vena pulmonar patológica con onda “A” en reversa (flecha amarilla), con sospecha de CC mayor en la semana 13, confirmado en la semana 15 como síndrome de hipoplasia de corazón izquierdo.

Finalmente, se ha logrado reproducir la onda de velocidad de flujo de las válvulas tricúspide y mitral (incluyendo evaluación de *doppler* mitroaórtico) y regurgitación tricúspide patológica en CC mayor con feto euploide (Figuras 12 y 13) (26,33,36-38).

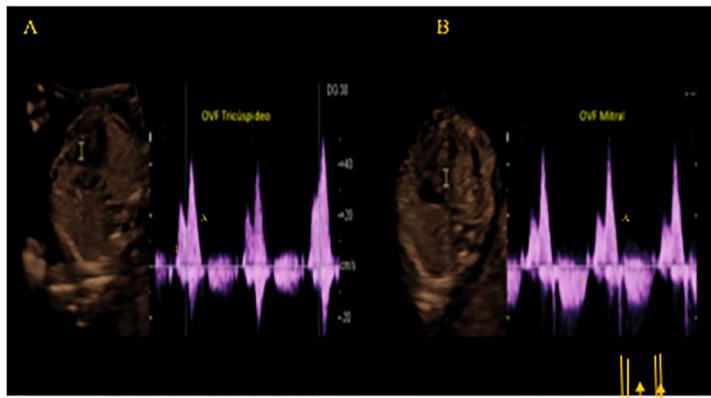


Figura 12. A. Onda de velocidad de flujo *doppler* de la válvula tricúspide evidenciando patrón bifásico de llenado ventricular (E y A) derecho, así como regurgitación tricuspídea (Rt). B. Onda de velocidad de flujo *doppler* mitroaórtica evidenciando patrón bifásico E y A de llenado izquierdo, así como eyección aórtica (Ao) con conducción 1:1 y ritmo sinusal, con chasquidos valvulares referenciando (flechas amarillas) el tiempo de contracción isovolumétrica (Tci), tiempo de eyección (Te) y tiempo de relajación isovolumétrica (Tri).

Se considera que debiera detectarse en más del 90 % de los casos, la atresia/estenosis extrema pulmonar o tricúspide, el síndrome de corazón izquierdo hipoplásico y los defectos septales atrioventriculares, cuyos signos ecográficos para el diagnóstico se realizan en forma similar al segundo o tercer trimestre (3,21). En menor grado (25 %-60 %), la

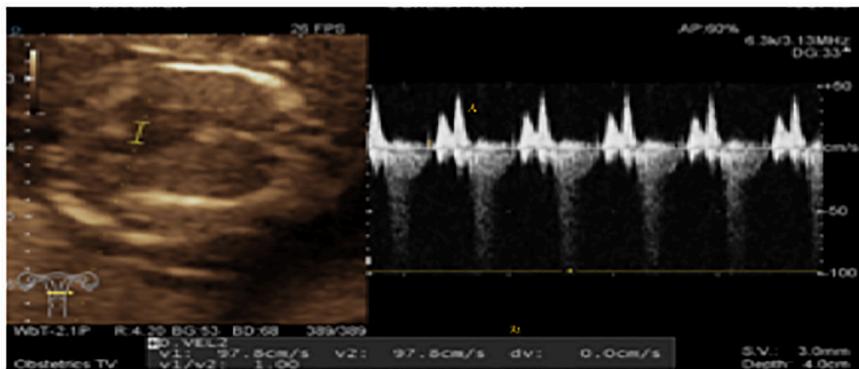


Figura 13. Onda de velocidad flujo *doppler* de la válvula tricúspide evidenciando patrón bifásico de llenado ventricular (E y A), con regurgitación tricúspide (Rt) patológica, mayor a 60 cm/s en la semana 13, con velocidad de 97,8 cm/s quien se diagnosticó a la reevaluación en la semana 15 como insuficiencia tricúspide asociada a displasia valvular tricúspide.

transposición de grandes arterias, doble tracto de salida del ventrículo derecho, tetralogía de Fallot, coartación aórtica y tronco arterioso común. Se considera improbable la detección en el primer trimestre, de los defectos septales ventriculares, la anomalía de Ebstein, estenosis pulmonar y aórtica leve, tumores cardíacos, miocardiopatía hipertrófica, fibroelastosis endocárdica, drenaje venoso pulmonar anómalo. En el caso específico de la anomalía de Ebstein, aunque infrecuente pudiera sospecharse al evidenciar flujo turbulento al *doppler* color en la válvula tricúspide y aurícula derecha agrandada (3,21).

Uno de los elementos que dificultan el diagnóstico en primer trimestre de las CC, especialmente aquellas conotruncales o patologías del arco aórtico tiene que ver con espectro variado de severidad, como por ejemplo en la tetralogía de Fallot, íntimamente relacionado al calibre y velocidad de crecimiento del tracto de salida del ventrículo derecho (3,21). Entre los signos que orientan al diagnóstico en

primer trimestre, están la desviación del eje cardíaco, la presencia de *ductus* dependencia en la vista de 3 vasos-tráquea, en casos de atresia o estenosis severa temprana se puede evidenciar la presencia de una arteria pulmonar larga con ausencia de válvula pulmonar, o la presencia de atresia pulmonar (con septum ventricular intacto) en el espectro mas extremo del trastorno. Menos frecuentemente se evidencia la aorta cabalgando el defecto septal en el tracto de salida de ventrículo izquierdo, como se describe convencionalmente su diagnóstico (3,21).

En cuanto a otras CC conotruncales como la transposición de grandes arterias, el doble tracto de salida del ventrículo derecho o el tronco arterioso común, signos como la ausencia del cruce de los grandes vasos y la visualización de 2 vasos en vez de 3 vasos en la vista axial a nivel de 3 vasos-tráquea pueden ayudar a orientar el diagnóstico. Los cortes sagitales permiten evidenciar la emergencia de un solo gran vaso habitualmente en relación con defecto septal (tronco arterioso común), la salida de 2 vasos emergiendo en paralelo del ventrículo derecho (tracto de salida del ventrículo derecho), o la evidencia de una curvatura reversa de la arteria aorta emergiendo del ventrículo derecho o signo del búmeran (transposición de grandes arterias), pueden ayudar a confirmar el diagnóstico (3,21).

En el caso de la coartación aórtica la asimetría ventricular a expensas de dominancia de cámaras derechas, puede orientar en el primer trimestre el diagnóstico, corroborando con la constatación de un arco aórtico hipoplásico en la vista sagital (21). La presencia de anillo vascular traqueal completo “en forma de O” en el corte de 3 vasos-tráquea, puede orientar a la presencia de un doble arco aórtico corroborado al constatar la bifurcación del arco aórtico en dos en la vista sagital (3,21). La presencia de la aorta a la derecha de la tráquea “en forma de U” en la vista de 3 vasos-tráquea puede orientar a la presencia de un arco aórtico a la derecha, corroborado en la vista sagital (3,21).

Si bien se debe individualizar caso en cada CC diagnosticada en primer trimestre, se relaciona su diagnóstico en el primer trimestre con mayor grado de complejidad y severidad de su espectro, así como de pronóstico (3,9-11,37).

CONCLUSIONES

Para la mayoría de las CC, la apariencia sonográfica en el ultrasonido de las 11-14 semanas no difiere en gran medida de los signos diagnósticos característicos en segundo y tercer trimestre, si bien el espectro variado de severidad dificulta su diagnóstico temprano. En muchos aspectos, el desafío que representaban las bajas tasas de detección temprana de CC en la última década del siglo XX y la primera década del siglo XXI venía relacionado con el tamaño cardíaco pequeño en el primer trimestre. Sin embargo, dichas limitaciones se han superado progresivamente con los avances de la tecnología en el modo B y *doppler* en los equipos modernos de ultrasonido. Con el entrenamiento adecuado y el cumplimiento de protocolos institucionales que sigan las recomendaciones de las guías de la ISUOG, la FMF, el AIUM y la SEGO, las tasas de detección se acercan cada vez más a las que se evidencian actualmente en el segundo y tercer trimestre.

Sin embargo, es crucial un balance adecuado en este campo en evolución constante de la MMF, donde entra en juego, en aquellos países y regiones de países, con un marco legal que lo permita, la interrupción legal del embarazo. Por ello, es necesario mantener estrictas revisiones de los resultados perinatales, así como el involucramiento de cardiólogos infantiles y especialistas en cardiología fetal, para lograr el indispensable estándar de calidad de práctica clínica manteniendo las tasas de falsos positivos y negativos a la par de las reportadas en el segundo y tercer trimestre de la gestación.

Las guías protocolizadas ISUOG en la evaluación del corazón fetal en el primer trimestre reflejan la tendencia contemporánea de la inversión de la pirámide de control prenatal y resaltan la importancia de las variadas destrezas clínicas de las que deben disponer los profesionales sanitarios encargados de la evaluación, así como la necesidad de estratificar el estudio imagenológico en un cribado básico y una ecocardiografía más detallada en casos de sospecha imagenológica de CC o pertenecientes a población de alto riesgo para CC. El uso de marcadores indirectos

de CC como el eje cardíaco, la translucencia nucal, el *ductus* venoso, la regurgitación tricúspide o la vena pulmonar, así como la evaluación sistematizada de las vistas de 4 cámaras, los tractos de salida y 3 vasos-tráquea tanto en modo B como con *doppler* color guía el camino hacia la mejora de las tasas de detección temprana de CC.

Las gestantes y sus familias se benefician las diversas ventajas clínicas con este cambio en el cribado precoz de CC así como de la seguridad metodológica de estos nuevos estándares de práctica clínica basada en la evidencia que provee este nuevo paradigma con la información de ausencia de hallazgos patológicos en la evaluación del corazón fetal en primer trimestre.

La experiencia obtenida por el programa de especialización en MMF de la MCP, en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF, con los equipos disponibles actualmente, en la práctica de estos nuevos estándares en la evaluación del corazón fetal en el primer trimestre, permiten reflejar que la evaluación estructural y funcional, básica y extendida, es factible con tasas de éxito en la obtención de las vistas necesarias y reproducibilidad clínica con baja variabilidad inter e intraobservador, evidenciando aumento de la detección precoz de CC.

REFERENCIAS

1. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Guía de la exploración ecográfica del I trimestre. Prog Obstet Ginecol [Internet]. 2022 [consultado 31 de agosto de 2024]; 65(6): 240-90. Disponible en: <https://sego.es/documents/progresos/v65-2022/n6/05%20Gui%CC%81a%20de%20la%20exploracion%CC%81n%20ecogra%CC%81fica%20del%20I%20trimestre.pdf>
2. Archivo del programa de especialización en Medicina Materno Fetal. Programa 2024. Caracas: MMF; 2024.
3. Archivo del programa de especialización en Medicina Materno Fetal. Estadísticas de salud perinatal en la MCP. Período 2013-2024. Caracas: MMF; 2024.

4. Gómez-Marín JV, Gómez IDJ, Romero D, Escalona C, Cabrera-Lozada CR, Faneite-Antique P. Mortalidad perinatal: revisión. *Gac Méd Caracas.* 2024;132(3):784-800. DOI: 10.47307/GMC.2024.132.3.20.
5. Marín JV, Guevara M, Sarmiento C, Romero M, Rivero A, Cabrera-Lozada C. Ultrasonido cerebral transfontanelar postnatal en medicina materno fetal: estado del arte. En: Nézer de Landaeta I, Sorgi Venturoni M, editores. *Colección Razetti. Volumen XXX.* Caracas: Editorial Ateproca; 2024.p.190-219. DOI: 10.59542/CRANM.2024.XXX.11.
6. Gómez J, Cabrera C, Faneite P. Integración de las pruebas de bienestar fetal anteparto: propuesta de un perfil biofísico extendido. *Gac Méd Caracas.* 2022;130(2):246-263. DOI: 10.47307/GMC.2022.130.2.5.
7. Gómez-Marín J, Cabrera-Lozada C, Rivero-Fraute A, Robayo-Rodríguez Y, Lozada C, Faneite-Antique P. Síndrome de respuesta inflamatoria fetal: aproximación ultrasonográfica. En: Nézer de Landaeta I, Sorgi Venturoni M, editores. *Colección Razetti. Volumen XXIX.* Caracas: Editorial Ateproca; 2023.p.87-121. DOI: 10.59542/CRANM.2023.XXIX.9.
8. Drose J. Exploración: indicaciones y técnica. En: Drose J, editora. *Ecocardiografía fetal.* 2^a edición. Caracas; Editorial Amolca; 2011.p.15-72.
9. Wheeler M. Ecocardiografía fetal en el primer trimestre. En: Drose J, editora. *Ecocardiografía fetal.* 2^a edición. Caracas; Editorial Amolca; 2011.p.324-336.
10. Marqués-Jeldres X. Cardiopatías genéticas prenatales. Santiago de Chile, Chile: CERPO [Internet]; 2022 [consultado 31 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://cerpo.cl/docencia/283/seminarios-genetica>.
11. Luna-Seguel D, Rodríguez JD, Martin D, De La Fuente S, Aguilera S. Evaluación cardiopatía 1er trimestre. Santiago de Chile, Chile: CERPO [Internet]; 2022 [consultado 31 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://cerpo.cl/docencia/103/seminarios-2018--2022>.
12. Carvalho JS, Axt-Fliedner R, Chaoui R, Copel JA, Cuneo BF, Goff D, et al. ISUOG Practice Guidelines (updated): fetal cardiac screening. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2023;61(6):788-803. DOI: 10.1002/uog.26224.

13. Salomon LJ, Alfirevic Z, Bilardo CM, Chalouhi GE, Ghi T, Kagan KO, et al. ISUOG practice guidelines: Performance of first-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013;41(1):102-113. DOI: 10.1002/uog.12342.
14. Salomon LJ, Alfirevic Z, Berghella V, Bilardo CM, Chalouhi GE, Da Silva-Costa F, et al. ISUOG Practice Guidelines (updated): Performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2022;59(6):840-856. DOI: 10.1002/uog.24888.
15. Khalil A, Sotiriadis A, D'Antonio F, Da Silva-Costa F, Odibo A, Prefumo F, et al. ISUOG Practice Guidelines: performance of third-trimester obstetric ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2024;63(1):131-147. DOI: 10.1002/uog.27538.
16. Gómez O, Izquierdo N, Nogué N, Masoller N, Bennasar M, Crispi F, et al. Protocolo: Ecocardiografía Fetal. Barcelona, España: Hospital Clínic [Internet]; 2023 [actualizado 24 de julio de 2023; consultado 07 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://fetalmedicinebarcelona.org/wp-content/uploads/2024/02/Ecocardiografia-fetal.pdf>.
17. Crispi F, Nogué L, Pérez M, Masoller N, Escobar-Díaz MC, Bennasar M, et al. Protocolo: Ecocardiografía Fetal Funcional. Barcelona, España: Hospital Clínic [Internet]; 2024 [actualizado 13 de enero de 2024; consultado 07 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://fetalmedicinebarcelona.org/wp-content/uploads/2024/02/Ecocardiografia-funcional-fetal.pdf>
18. AIUM Practice Parameter for the Performance of Fetal Echocardiography. *J Ultrasound Med.* 2020;39(1):E5-E16. DOI: 10.1002/jum.15188.
19. Acosta P; Centro de Referencia Perinatal Oriente. Guía de Ecocardiografía Fetal CERPO. Santiago de Chile, Chile: CERPO [Internet]; 2022 [actualizado 11 de febrero de 2014; consultado 16 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.cerpo.cl/>.
20. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Guía de la exploración ecográfica del corazón fetal. *Prog. Obstet. Ginecol.* [Internet]. 2020 [consultado 07 de agosto de 2024]; 63(6): 365-402. Disponible en: https://sego.es/documentos/progresos/v63-2020/n6/04_%20Guia%20de%20la%20exploracion%20ecografica%20del%20corazon%20fetal.pdf.

21. Rieder W, Eperon I, Meagher S. Congenital heart anomalies in the first trimester: From screening to diagnosis. *Prenat Diagn.* 2023;43(7):889-900. DOI: 10.1002/pd.6391.
22. Hutchinson D, McBrien A, Howley L, Yamamoto Y, Sekar P, Motan T, et al. First-Trimester Fetal Echocardiography: Identification of Cardiac Structures for Screening from 6 to 13 Weeks' Gestational Age. *J Am Soc Echocardiogr.* 2017;30(8):763-772. DOI: 10.1016/j.echo.2017.03.017.
23. Buijtendijk MFJ, Bet BB, Leeflang MMG, Shah H, Reuvekamp T, Goring T, et al. Diagnostic accuracy of ultrasound screening for fetal structural abnormalities during the first and second trimester of pregnancy in low-risk and unselected populations. *Cochrane Database Syst Rev.* 2024;5(5):CD014715. DOI:10.1002/14651858.CD014715.pub2.
24. Karim JN, Bradburn E, Roberts N, Papageorghiou AT; ACCEPTS study. First-trimester ultrasound detection of fetal heart anomalies: Systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2022;59(1):11-25. DOI: 10.1002/uog.23740.
25. Bottelli L, Franzè V, Tuo G, Buffelli F, Paladini D. Prenatal detection of congenital heart disease at 12-13 gestational weeks: Detailed analysis of false-negative cases. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2023;61(5):577-586. DOI: 10.1002/uog.26094.
26. Prats P, Izquierdo MT, Rodríguez MA, Rodríguez I, Rodríguez-Melcón A, Serra B, et al. Assessment of fetal cardiac function in early fetal life: feasibility, reproducibility, and early fetal nomograms. *AJOG Glob Rep.* 2024;4(1):100325. DOI: 10.1016/j.xagr.2024.100325.
27. Orlic NK, Egic A, Damnjanovic-Pazin B, Lukic R, Joksic I, Mikovic Z. Screening performance of congenital heart defects in first trimester using simple cardiac scan, nuchal translucency, abnormal ductus venosus blood flow and tricuspid regurgitation. *Congenit Heart Dis.* 2019;14(6):1094-1101. DOI: 10.1111/chd.12852.
28. Seravalli V, Miller JL, Block-Abraham D, Baschat AA. Ductus venosus Doppler in the assessment of fetal cardiovascular health: An updated practical approach. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2016;95(6):635-644. DOI: 10.1111/aogs.12893.

29. Sosa-Olavarria A, Zurita-Peralta J, Schenone CV, Schenone MH, Prieto F. Doppler evaluation of the fetal pulmonary artery pressure. *J Perinat Med.* 2019;47(2):218-221. DOI: 10.1515/jpm-2018-0112.
30. Sosa-Olavarria A, Zurita-Peralta, Giugni-Chalbaud G, Bermúdez-Zorrilla A, Díaz-Guerrero L, Martínez-Díaz Yolimar, et al. Anatomía vascular del sistema umbílico-porto-ductal en fetos de 20 a 25 semanas de gestación. *Rev Obstet Ginecol Venez [Internet].* 2004 [consultado 31 de agosto de 2024]; 64(2):69-76. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322004000200002&lng=es.
31. Czeiger S, Weissbach T, Zloto K, Wiener A, Nir O, Massarwa A, et al. Umbilical–portal–systemic venous shunt and fetal growth restriction: An Inquiry from a Prospective Study. *Am J Obstet Gynecol.* 2024;231(SupplA):340.e1-e16. DOI:10.1016/j.ajog.2024.01.003.
32. Schenone AL, Giugni G, Schenone H, Diaz L, Bermudez A, Majdalany D, et al. Case Series: Fetal Pulmonary Vein A-Wave Reversal: An Early Marker of Left-Sided Cardiac Anomalies?. *AJPRep.* 2015;5(1):e60–e66. DOI: 10.1055/s-0035-1545670
33. Zurita J, Sosa A, Zielinsky P. Evaluación ecográfica de la función cardíaca fetal. *Rev Latin Perinat.* 2017;20(2):113-124.
34. Sosa A, Flores F. Flujometría doppler en venas pulmonares fetales. *Rev Latin Perinat.* 2017;20(4):243-251.
35. Portela Dias J, Guedes-Martins L. Fetal Pulmonary Venous Return: From Basic Research to the Clinical Value of Doppler Assessment. *Pediatr Cardiol.* 2023;44(7):1419-1437. DOI: 10.1007/s00246-023-03244-4.
36. Sosa-Olavarria A, Martí-Peña A, Martínez A, Zambrana-Camacho J, Ulloa-Virgen J, Zurita-Peralta J, et al. Fulcro cardíaco de Trainini en el corazón fetal. *Rev Peru Ginecol Obstet.* 2023;69(4):00002. DOI: 10.31403/rpgv69i2579.
37. Larrázabal N. Ecocardiografía fetal en I trimestre del embarazo. Reto al conocimiento. Jornada de actualización Medicina Materno-Fetal 2023 [presentación powerpoint]. Caracas (Distrito Capital): MMF; 2023.

38. Larrázabal N. Función cardíaca fetal: ¿Qué debemos evaluar?. Jornada de actualización Medicina Materno-Fetal 2024 [presentación powerpoint]. Caracas (Distrito Capital): MMF; 2024.
39. Acevedo-Gallegos S. La práctica de la medicina materno-fetal basada en la evidencia. *Perinatol Reprod Hum.* 2018;32(3):93-94. DOI: 10.1016/j.rprh.2018.09.001.
40. Hernández-Andrade E, Patwardhan M, Cruz-Lemini M, Luewan S. Early Evaluation of the fetal heart. *Fetal Diagn Thr.* 2017;42(3):161-173. DOI: 10.1159/000477564.
41. Cabrera C. Semblanza de Medicina Materno Fetal en la Maternidad “Concepción Palacios”. 2003-2024. Caracas: MMF; 2024.
42. Sosa-Olavarría A, Álvarez-Moya E, Quiroga-Pacheco H, Zambrana-Camacho J, Zurita-Peralta J, Alexander A, et al . Índice de rendimiento biventricular del corazón fetal. *Rev Peru Ginecol Obstet.* 2022;68(4):00004. DOI: 10.31403/rpgv.v68i2448.
43. Minnella GP, Crupano FM, Syngelaki A, Zidere V, Akolekar R, Nicolaides KH. Diagnosis of major heart defects by routine first-trimester ultrasound examination: Association with increased nuchal translucency, tricuspid regurgitation and abnormal flow in ductus venosus. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;55(5):637-644. DOI: 10.1002/uog.21956.
44. Yagel S, Cohen SM, Achiron R. Examination of the fetal heart by five short-axis views: A proposed screening method for comprehensive cardiac evaluation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;17(5):367-369. DOI: 10.1046/j.1469-0705.2001.00414.x.