

Evaluación ecográfica del corazón fetal en modo B, modo M y Doppler: un camino hacia la estandarización universal

Fetal heart ultrasound assessment in B mode, M mode, and Doppler: A way to universal standardization

Jeiv Vicente Gómez Marín¹, Yanine Jazmín Palacios Level², Luisauri del Valle Noguera Millán³, Néstor Daniel Ferrer Hernández⁴, Rosaura Ayaris Alfonzo Lara⁵, Carlos Ramón Cabrera Lozada⁶, Pedro José Faneite Antique⁷

RESUMEN

La evaluación ultrasonográfica del corazón fetal en vistas axiales y sagitales, en modos B y M y en Doppler, ha sido la metodología fundamental en el cribado rutinario y en la ecocardiografía fetal dirigida para la detección de cardiopatías congénitas estructurales, así como de alteraciones en el remodelado/funcionalismo cardíaco. Se realizó una revisión narrativa de la literatura sobre el estado del arte. La evidencia y la experiencia acumuladas en la Unidad de Ecografía del Servicio de Medicina Materno Fetal de la Maternidad “Concepción Palacios” (MCP), así como en las

pasantías por el Servicio de Ultrasonido de MCP y por Fundacardín en el Hospital Militar Universitario “Dr. Carlos Arvelo”, están a la vanguardia nacional. Se requiere una estandarización uniforme de los parámetros a considerar y su integración clínica holística en el descarte de alteraciones del remodelado/funcionalismo cardíaco. Maximizar la capacidad asistencial del equipo de salud perinatal es indispensable para lograr cambios en los indicadores de morbilidad perinatal.

Palabras clave: Evaluación corazón fetal, 2D, modo B, modo M, doppler, arte.

DOI: <https://doi.org/10.47307/GMC.2026.134.1.20>

ORCID: 0000-0003-4833-5160¹
ORCID: 0000-0002-7745-5279²
ORCID: 0009-0003-7567-2821³
ORCID: 0009-0004-0417-4873⁴
ORCID: 0009-0006-8545-6315⁵
ORCID: 0000-0002-3133-5183⁶
ORCID: 0000-0003-1924-7663⁷

¹MD. MSc. PhD. Especialista en obstetricia y ginecología y en medicina materno-fetal. Coordinador de investigación del programa de especialización en medicina materno-fetal. Universidad Central de Venezuela.

²Especialista en obstetricia y ginecología y en medicina materno-fetal. Docente asistencial del programa de especialización en medicina materno-fetal. Universidad Central de Venezuela.

³Especialista en obstetricia y ginecología, y en medicina materno-fetal. Universidad Central de Venezuela.

⁴Especialista en obstetricia y ginecología, y en medicina materno-fetal. Universidad Central de Venezuela.

⁵Especialista en obstetricia y ginecología, y en medicina materno-fetal. Universidad Central de Venezuela.

⁶MD. MSc. PhD. Especialista en obstetricia y ginecología y en medicina materno-fetal. Director fundador emérito del programa de especialización en medicina materno-fetal. Universidad Central de Venezuela. Individuo de Número de la Academia Nacional de Medicina, Sillón VII.

⁷MD. PhD. Especialista en obstetricia y ginecología y en medicina materno-fetal. Profesor Titular, Universidad de Carabobo, Venezuela. Director fundador del programa de especialización en Perinatología. Individuo de Número de la Academia Nacional de Medicina. Sillón XX.

Recibido: 15 de diciembre 2025
Aceptado: 3 de febrero 2026

Autor de correspondencia: Carlos Ramón Cabrera Lozada, E-mail: carloscabreralozada@gmail.com

SUMMARY

Fetal heart ultrasound assessment in axial and sagittal views on B-mode, M-mode, and Doppler has been the primary method for detecting structural congenital heart disease and assessing cardiac remodeling/function alterations. A narrative literature review was conducted, incorporating state-of-the-art methods. The evidence/experience gathered at the Unit of Ultrasound of the Service of Maternal Fetal Medicine in "Concepción Palacios" Maternity (MCP), as well as assistantships in the Service of Ultrasound and Fundacardín in the University Militar Hospital "Dr. Carlos Arvelo", is on the national vanguard. Standardization of which parameters to consider and their holistic integration into clinical practice are required for screening for cardiac remodeling/function alterations. To enhance the care capabilities of the perinatal health team, it is essential to effect changes in perinatal morbidity and mortality indicators.

Keywords: fetal heart assessment, 2D, B-mode, M-mode, Doppler, art.

INTRODUCCIÓN

En la historia de la medicina materno-fetal (MMF) como especialidad, siempre ha constituido un objetivo primario en la evaluación del estado de salud fetal: determinar la condición del corazón fetal, en caso de alteración estructural y/o funcional; establecer el grado de compromiso/deterioro cardiovascular perinatal; y el pronóstico (1-6). Dentro de las estrategias más importantes para disminuir los indicadores sanitarios de morbilidad perinatal venezolana, en un país que padece una emergencia humanitaria compleja (EHC), desde el año 2013, acorde a múltiples autores nacionales e internacionales y organizaciones no gubernamentales (ONG) (6-12), con cifras que son 3-5 veces mayores a los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2016-2030 de la Organización de Naciones Unidas, está la evaluación ultrasonográfica apropiada del corazón fetal, con la finalidad de detectar oportunamente la presencia de cardiopatías congénitas (CC) estructurales y/o funcionales, el grado de presencia/ausencia de remodelado cardíaco y de alteraciones de funcionalismo cardíaco e implementar las acciones terapéuticas apropiadas por parte del equipo de salud perinatal.

Por ello, estandarizar el arte de la evaluación del corazón fetal es el objetivo de la campaña de la Sociedad Internacional de Ultrasonido en Obstetricia y Ginecología (ISUOG por sus siglas en inglés) mejorando la calidad de atención por parte del equipo de salud perinatal, "Cada Pequeño Corazón Importa" (13-15), tomando en cuenta que 8-10 por cada 1 000 nacidos vivos padece una cardiopatía, 3-6 por cada 1 000 nacidos vivos tienen CC de repercusión moderada/grave, la mayoría ameritando corrección quirúrgica en su primer año de vida, y que las CC llegan a representar hasta un tercio de los defectos congénitos, siendo descritas a nivel global como los defectos congénitos de mayor impacto en la mortalidad neonatal e infantil (11-16).

Entre los avances más recientes en tecnologías en relación con la evaluación ultrasonográfica de corazón fetal como la correlación de imágenes espacio-temporales (STIC por sus siglas en inglés), *Strain* y *Strain rate*, el uso de imagen de ultrasonido tomográfico (TUI por sus siglas en inglés), la cuantificación de corazón fetal (fetal HQ), la navegación inteligente ecocardiográfica fetal (FINE por sus siglas en inglés) o 5D cardíaco, el uso de inteligencia artificial (IA) en modelos físicos y virtuales, además de su empleo en el análisis de imágenes fuera de línea y en telemedicina (7,15).

Sin embargo, en la práctica estándar del arte médico en la evaluación ultrasonográfica por el equipo de salud perinatal venezolana, debido a la ausencia de disponibilidad de dichos recursos en el sector público de forma rutinaria universal, asociado a la EHC venezolana, en una situación precaria con equipos de ultrasonido con software y transductores en condiciones sub óptimas, como por ejemplo en los Servicios de Prenatal y MMF de MCP, sin disponibilidad en varios equipos de transductores convexos, debiendo utilizar transductor sectorial para la totalidad del ultrasonido obstétrico en varios equipos de la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP, prevalece en nuestro medio el uso del modo bidimensional (modo B), el modo de movimiento (modo M) y el modo *doppler* (continuo, color, de poder, pulsado y/o espectral, menos frecuentemente tisular reservado para investigación) en la evaluación ultrasonográfica del corazón fetal, con indicadores de eficacia diagnóstica excelentes en la detección y precisión

diagnóstica de CC, así como en la determinación de presencia/ausencia de alteraciones en el funcionalismo cardíaco y la presencia/ausencia de remodelado cardíaco (6-8,11,17,18).

A lo largo del siglo XXI, en Venezuela ha destacado globalmente en la actividad docente, asistencial, de investigación y divulgativa de la evaluación ultrasonográfica del corazón fetal, programas universitarios de MMF y/o perinatología aprobados por el Consejo Nacional de Universidades (CNU), como los del Hospital Universitario de Caracas (HUC) y la Maternidad “Concepción Palacios” (MCP), ambos ubicados en Caracas, Distrito Capital, el Hospital “Dr. Adolfo Prince Lara” (HAPL), en Puerto Cabello y el Hospital Materno Infantil “José María Vargas” (HMIJMV), en Valencia, ambos en Valencia, estado Carabobo, Servicios de Cardiología Pediátrica de Hospitales tipo IV, como el del Hospital de Niños “Dr. José Manuel de los Ríos” (HÑJMR) o el Hospital Cardiológico Infantil Latinoamericano “Dr. Gilberto Rodríguez Ochoa” (HCILGRO) o fundaciones como la Fundación de Cardiología Integral (Fundacardin) en el Hospital Militar “Dr. Carlos Arvelo” (HMUCA), en Caracas y la Asociación Cardiovascular Centro Occidental (ASCARDIO), en Barquisimeto, estado Lara, grupos de investigación como los liderados por Zurita y Sosa (2-5), así como Larrázabal (17,18), además de la acción de los programas de obstetricia y ginecología y/o cardiología pediátrica/infantil aprobados por el CNU, con sede en los hospitales especializados de los distintos estados de la república (10).

Históricamente, en Venezuela las sociedades científicas más relacionadas con ultrasonido en la gestación como la Sociedad de Obstetricia y Ginecología de Venezuela (SOGV), a través de su seccional de MMF, la Sociedad Venezolana de Ultrasonografía en Obstetricia y Ginecología (SOVUOG) y la Asociación Venezolana de Ultrasonido en Medicina (AVUM), no han emitido guías de alcance nacional a los programas universitarios relacionados con el equipo de salud perinatal, o validadas en los protocolos nacionales del Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS) (5-7,10,11), en relación a la evaluación en modo B, modo M y *doppler* del corazón fetal en la gestación si no que convalidan las pautas y recomendaciones emitidas por prestigiosas organizaciones internacionales como la ISUOG,

la Fundación de Medicina Fetal (FMF por sus siglas en inglés) de Reino Unido, la Sociedad Española de Obstetricia y Ginecología (SEGO), el Hospital Clínic de Barcelona, en España, y prestigiosas sociedades estadounidenses como el Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos (ACOG por sus siglas en inglés), la Sociedad de Medicina Materno Fetal (SMFM por sus siglas en inglés) el Instituto Americano de Ultrasonido en Medicina (AIUM por sus siglas en inglés), el Colegio Americano de Radiología (ACR por sus siglas en inglés) y la Sociedad de Radiólogos en Ultrasonido (SRU por sus siglas en inglés) (13-29). Existe una Sociedad de MMF registrada; sin embargo, actualmente no está operativa (10).

En Venezuela, si bien el posgrado de perinatología más antiguo en el ámbito asistencial es el del HAPL, el programa de perinatología más antiguo aprobado por el CNU es el del HUC. El único programa aprobado por el CNU que lleva el nombre solo de MMF es el de la Universidad Central de Venezuela (UCV), con sede en MCP (6,10). El Comité Académico del Programa de Especialización en MMF de la UCV, con sede en MCP, ante la falta de consenso internacional por ISUOG para protocolizar la evaluación funcional extendida del corazón fetal y la presencia/ausencia de remodelado cardíaco, más allá del cribado rutinario recomendado actualmente en los 3 trimestres de la gestación, impulsa la necesidad de estandarizar la evaluación ultrasonográfica en las modalidades B, M y *doppler* por parte del equipo de salud perinatal, con base en la mejor evidencia disponible (13-37), en conjunto con la experiencia propia obtenida, en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP (6-12,38-60), así como en la pasantía del programa por Fundacardin con Larrázabal, y la pasantía por el Servicio de Ultrasonido de MCP con Cadena (7,12,17,18), y las recomendaciones y guías de ISUOG, FMF, SEGO, Hospital Clínic, ACOG, SMFM, AIUM, ACR y SRU (6,7,13-29).

Con la finalidad de realizar la presente revisión narrativa sobre la evaluación ultrasonográfica de corazón fetal en modo B, modo M y *doppler*, se realizó una búsqueda en los motores de búsqueda de las plataformas en línea y/o bases de datos PubMed, SciELO, LILACS, Google Scholar, SaberUCV y Research Gate, mediante un muestreo no probabilístico, opinático y de representatividad cualitativa a juicio de los

autores, de los documentos y publicaciones en revistas biomédicas y/o libros relacionados con la evaluación ultrasonográfica de corazón fetal, en modo B, modo M y *doppler*. Los términos utilizados fueron: “Ecocardiografía fetal”, “Funcionalismo Cardíaco Fetal”, “Modo B”, “Modo M” y “*Doppler*”. También se realizó una búsqueda en los archivos de la Jefatura del Servicio de MMF, la Dirección y la Secretaría del Programa de Especialización en MMF, relacionados con la evaluación ultrasonográfica del corazón fetal, en modos B y M y *Doppler*.

DESARROLLO

Se realiza cribado rutinario de corazón fetal en los tres trimestres de la gestación en la detección de anomalías fetales según recomendaciones ISUOG (20-22), incorporando recientemente la metodología de 20 + 2 (20 planos y 2 barridos) sugerida entre las 18-24 semanas para detección de hasta 65 anomalías fetales (28), donde los planos 7 a 11 corresponden a la evaluación rutinaria de corazón fetal mediante cinco planos en cortes axiales/transversales, donde el plano 7a corresponde a la vista apical de cuatro cámaras (4CA), donde se evalúan atrios derecho (AD) e izquierdo (AI), ventrículos derecho (VD) e izquierdo (VI) y pulmones, el 7b la vista subcostal de 4CS donde se evalúa mejor el *septum* interventricular (SIV), el plano 8 al tracto de salida del ventrículo izquierdo evidenciando la emergencia de la aorta (Ao) (TSVI/5C), el plano 9a al tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) evidenciando la emergencia de la arteria pulmonar (Ap), visualizando los 3 vasos (3V), Ao, Ap y vena cava superior (VCS) el plano 9b al cruce de la arteria pulmonar emergiendo del TSVD sobre la aorta emergiendo del TSVI, el plano 10 a la vista de 3 vasos-tráquea (3VT), el plano 11 a la vista de abdomen superior (AS) con cámara gástrica y vena umbilical, así como Ao descendente y vena cava inferior (VCI) (28).

La visualización del corte 3V de izquierda a derecha en condiciones fisiológicas, pulmonar-aorta-cava, conocida con la nomenclatura CAP en Venezuela, acuñada por Sosa (2), es internacionalmente conocida como corte de Yoo (61) y ha demostrado aumentar la presencia de CC a 80-90 % en conjunto con la visualización

de 4C y tractos de salida, al añadir la visualización de 3VT hasta 90-95 % (5-7,12-29,58-60).

Dicha metodología sintetiza la evaluación ascendente en cortes axiales en las vistas de AS, 4CA, TSVI/5C, TSVD/3V y 3VT en modo B que a lo largo del siglo XXI se ha descrito maximiza la detección de CC en el cribado rutinario, de un 30 %-60 % en primer trimestre, hasta 95 % a las 28 semanas, según recomendaciones de ISUOG, FMF, SEGO, Hospital Clínic, ACOG, SMFM, AIUM, ACR y SRU, convalidadas nacionalmente por SOGV, SOVUOG y AVUM (6-8,12-29,59,60). Las vistas sagitales en modo B biventricular (BV), eje corto de los grandes vasos (GV), arco ductal (ADa), arco aórtico (AA) y bicaval (BCV) se utilizan en la ecocardiografía fetal dirigida (6-8,12-29,58-60).

Se recomienda la ecocardiografía fetal dirigida entre las semanas 18 y 22, precozmente entre las semanas 13 y 15 en casos de sospecha de CC y/o malformación extracardíaca, o de alteración del estudio genético, debiendo repetirse a posteriori entre las semanas 18 y 22. El momento ideal para la evaluación del funcionalismo cardíaco es entre las 28 y 34 semanas; sin embargo, en presencia de escenarios de riesgo de deterioro hemodinámico cardiovascular fetal, se realiza al momento del diagnóstico de la misma. En la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de la MCP, debido a limitaciones en el estado óptimo de los equipos (incluida la falta de transductores convexos en los equipos de ecografía) y a la situación de precariedad de la EHC venezolana, se acostumbra a realizar en las semanas 24-28. Se realiza seguimiento a *posteriori* en función de los hallazgos del estudio y de los antecedentes/diagnósticos materno-fetales (6-8,12,23-26,58-60). Entre las indicaciones maternas tenemos (6-8,12,23-26):

- Diabetes pregestacional; diabetes gestacional de diagnóstico en primer o segundo trimestre temprano; fenilcetonuria de estado presente desconocido o con niveles > 10 mg/dL.
- Exposición a teratógenos cardíacos: fiebre materna > 38 °C en el primer trimestre, alcohol, altas dosis de radiación ionizante, fármacos anticonvulsivantes, litio, antidepresivos, ansiolíticos, ácido retinoico, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina,

antiinflamatorios no esteroideos de uso no esporádico en el tercer trimestre, quimioterapia, fármacos con potencial de toxicidad mitocondrial, como los antirretrovirales, entre otros.

- CC de familiar en primer grado (padres, hermanos, embarazos previos con aborto o muerte fetal anteparto asociados a CC). Se puede considerar en casos de CC en un familiar de segundo grado.
- Familiar de primer o segundo grado con enfermedad de herencia mendeliana, con antecedentes de manifestaciones cardíacas en la infancia. Se puede considerar, en ausencia de manifestaciones cardíacas en la infancia, si la enfermedad está asociada a CC.
- Enfermedad materna del colágeno (conectivopatía) con anticuerpos anti-Ro y/o anti-La positivos.
- Índice de masa corporal materno $> 40 \text{ kg/m}^2$.
- Antecedente de fertilización *in vitro*, incluida la inyección intracitoplasmática de espermatozoides.

Entre las indicaciones fetales tenemos (6-8,12,23-26):

- 1) Sospecha de CC, ya sea estructural o funcional.
- 2) *Hydrops fetalis*.
- 3) Sospecha de arritmia fetal.
- 4) Anomalía fetal mayor extracardíaca.
- 5) Presencia de anomalía cromosómica o de síndrome genético.
- 6) Cribado de aneuploidías de alto riesgo en pacientes en quienes no se realizó prueba invasiva con evaluación cardíaca incompleta y/o se sospecha CC.
- 7) Translucencia nuchal $> 3 \text{ mm}$ entre las 11 y las 14 semanas.
- 8) *Ductus* venoso con flujo atrial ausente o en reversa (onda "A") entre las 11 y las 14 semanas.
- 9) Presencia de hiperdinamia fetal, anemia fetal, malformaciones vasculares y tumoraciones feto-placentarias.
- 10) Embarazo múltiple monocorial.

11) Crecimiento fetal restringido $< p3$. En caso de crecimiento fetal restringido ($< p10$), si la evaluación cardíaca fue incompleta o si se asocia a otras anomalías fetales.

12) Infección fetal: especialmente por el parvovirus B19 y la rubéola. También en casos de citomegalovirus, sífilis, toxoplasmosis, zika, infección por el virus de inmunodeficiencia humana, varicela-zóster, herpes simple, hepatitis B y C, etc.

En ausencia de anomalías adicionales o sospecha de CC, los marcadores "blandos" de aneuploidías, incluyendo foco ecogénico intracardíaco y arteria umbilical única, no constituyen indicación de ecocardiografía fetal dirigida; la edad materna > 35 años por sí sola tampoco constituye indicación, así como tampoco la obesidad materna con índice de masa corporal entre $30\text{-}40 \text{ kg/m}^2$ (12-15, 23-25). En casos de hospitalización en cuidados intermedios y/u obstetricia crítica, se considera la evaluación de funcionalismo cardíaco/remodelado cardíaco en edades gestacionales de viabilidad, especialmente en presencia de estados hipertensivos del embarazo, diabetes pregestacional o gestacional, enfermedades del colágeno y/o marcadores ecográficos de síndrome de respuesta inflamatoria fetal (6-12,17,38-60).

Según el manual cardíaco fetal ISUOG, en concordancia con la experiencia obtenida en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP (6-8,11,12,15,48-60), las imágenes óptimas se adquieren típicamente cuando el ápex cardíaco está hacia arriba (aproximadamente 45°) con respecto al transductor; sin embargo, las evaluaciones del septo atrial y del ventrículo mejoran cuando el haz de ultrasonido es tangencial o perpendicular a estas estructuras. Las limitaciones técnicas (por ejemplo, obesidad materna, estática fetal y gestación avanzada) pueden impedir una evaluación detallada de la anatomía cardíaca debido a la pobre penetración y a la sombra acústica posterior, especialmente en el tercer trimestre (6-8,11,12,15,48-60).

Optimizar la ubicación del transductor en el abdomen materno, aplicar la presión adecuada sobre el transductor y cambiar la posición materna son técnicas que mejoran la posición fetal y la calidad de la imagen. Los parámetros del sistema debe ajustarse con énfasis en mantener altas

tasas de frecuencia de cuadros, estrecho campo de vista, pequeña profundidad de imagen, caja estrecha de *doppler* color, aumentar la frecuencia de repetición de pulsos (PRF por sus siglas en inglés), con la aplicación de niveles aceptables de salida acústica bajo el principio “*As low as reasonable achievable*” (ALARA) lo que permite mantener el índice térmico y el índice mecánico por debajo del límite de 1,0, el grado de magnificación de imagen debe ser ajustado para que el corazón ocupe un tercio del sector de imagen mostrada (6-8,11,12,15,48-60).

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 como 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 ISUOG FMF, SEGO, Hospital Clínic, ACOG, SMFM, AIUM, ACR y SRU (6,7,12-29,48-60).

El ajuste de los parámetros de configuración de máquina debe incluir según el manual cardíaco fetal ISUOG (15), es:

a) Mayor frecuencia posible del transductor; b) Armónico encendido (especialmente con alto índice de masa corporal); c) Resolución compuesta (todos los ángulos adquiridos, una imagen); d) reducción de moteado (efecto suavizador); e) magnificación; f) disminuir el ancho del sector (aumenta la frecuencia de cuadros > 25 Hz); g) incrementar el rango dinámico (contraste); h) baja persistencia y una sola zona focal; i) revisión en cine *loop*; j) examen transvaginal (hasta las 14 semanas de edad gestacional).

En cuanto a las especificaciones para *doppler* color según el manual cardíaco fetal ISUOG, se debe (15):

1) Optimizar primero la escala de grises; 2) color *doppler* en segundo trimestre, *power doppler* en primer trimestre; 3) PRF 25-35 cm/s en primer trimestre, 55-65 cm/s segundo trimestre, 65-75 cm/s tercer trimestre; 4) disminuir PRF para venas pulmonares y sistémicas, como *ductus* venoso (DV), y vasos del cuello; 5) la caja *doppler* color más pequeña posible; 6) ajustar el balance y la ganancia color correctamente; 7) para obtener buen “llenado” color en cualquier cámara o vaso siempre ajustar primero la PRF, luego incrementar/reducir la potencia de salida, luego incrementar/reducir el balance y ganancia color, luego ajustar filtro de movimiento de pared (bajo en primer trimestre, medio en segundo trimestre).

Evaluación en modo B y *doppler* color y/o *power doppler*

Para comenzar la evaluación siempre se debe comenzar en la vista/plano de AS, deslizar en dirección cefálica a una vista axial del tórax fetal, buscando tener la columna en posición posterior (alrededor de las 6 horas del reloj), obteniendo solo una vista de vértebra completa en cada lado, para obtener la vista axial apropiada, evitando vistas oblicuas, idealmente el ápex cardíaco aproximadamente a las 11 horas del reloj (feto cefálico) o de las 2 horas del reloj (feto podálico) especialmente para evaluación *doppler* color del SIV, disminuyendo ancho de sector de ventana de insonación y profundidad, magnificando la imagen de tal manera que ocupe la mayor parte de la pantalla utilizando zoom de alta definición si es posible (6,7,12-29,58-63).

Establezca primero que nada el *situs* fetal, confirme que la cámara gástrica esté en el lado izquierdo, guardando una imagen dual de la cámara gástrica y del corazón del mismo lado. El corazón ocupando 1/3 del tórax, usualmente deben caber 3 corazones dentro del tórax, el eje cardíaco debe ser $45 \pm 20^\circ$, una línea vertical desde la columna vertebral a la pared anterior torácica debería pasar ajustadamente a través de la válvula atrioventricular (AV) tricúspide, cambios en la posición (dextroposición, mesoposición), se deben usualmente a anomalías extracardíacas (hernia diafragmática, masas torácicas), mientras que los cambios en el eje (levocardia extrema,

mesocardia, dextrocardia) a CC. La vista de AS permite descartar los síndromes de heterotaxia (*situs inversus*, isomerismo atrial derecho e izquierdo), cortocircuitos portosistémicos, vena umbilical a AD, vórtice de vena umbilical, agenesia de DV (6,7,12-29,58-60).

La frecuencia cardíaca debería ser 120-160 latidos por minuto con ritmo regular (sinusal con conducción 1:1), la relación cardiorotacional $< 60\%$ (circunferencia cardíaca/circunferencia torácica $\times 100$) y el índice cardiorotacional $< 0,35$ (área cardíaca/área torácica), latidos ectópicos ocasionales son una variante normal y se ven más comúnmente en segundo trimestre, la vista 4CS permite evaluar integridad del SIV, cardiometría de AD, AI, VD, VI (diámetros longitudinales y transversos, área, esfericidad) SIV y grosor de paredes ventriculares derecha (GPVD) e izquierda (GPVI), el foramen/fosa oval (FO) en modo B y modo M, de particular relevancia los diámetros transversos telesistólicos (DVTs) y telediastólicos (DVTd).

En la cardiometría de estos parámetros, los valores de referencia se evidencian mediante tablas por percentiles o Z-Scores (6-12,25-27,29-37,53,62,63), varias de ellas en relación a calculadoras mediante aplicaciones digitales (6-12,25-27,30,53,63), en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP las más utilizadas son las de la página en línea Perinatology.com (63), también se utilizan las de fetal.parameterz.com (30), la vista 4CA permite evaluar indicadores de remodelado cardíaco/cardiomegalia/miocardiopatía como el índice de esfericidad en la ecocardiografía fetal dirigida. En la vista 4CS se puede evaluar el índice de excursión sistólica del FO (Figura 1A, 1B, 1C y 1D) (3,4,6,7,12-29,52,53,58-60,62,64).

En la vista 4CA normal, el VI es posterior con un *septum* liso, formando el ápex, es más largo que el VD, con válvula AV mitral con dos valvas, con la valva septal insertada más hacia la base del corazón, no adyacente al SIV. En la vista 4CA normal, el AI (cámara central en el tórax) es la cámara cardíaca más posterior y cercana a la aorta (Ao) descendente y la columna vertebral, se deben identificar las venas pulmonares (de las 4 venas solo se identifican 2 en modo B), el FO debe abrirse hacia la izquierda, el AI es ancho hacia la base y más delgado a las valvas de la válvula

AV mitral, la porción proximal a la válvula AV es membranosa. El SIV es 1/3 membranoso y 2/3 muscular, los defectos septales ventriculares musculares y de entrada se pueden visualizar en 4CA y 4CS, se evalúan mejor con el ápex a las 2, 5, 7, 11 horas del reloj, por ejemplo, a 30° del haz de ultrasonido en la vista 4CA. En la vista 4CA y 4CS la relación DVTd de VD/ DVTd de VI debe ser siempre < 1.4 (3,4,7,12-29,58-60,62).

En la vista 4CA el VD es anterior, yace detrás del esternón, forma triangular, trabeculado, cavidad irregular, con la banda moderadora como una característica distintiva en relación con el VI. La válvula AV tricúspide tiene 3 valvas (no visible en 4CA o 4CS, si en BV), la valva septal está adyacente al SIV insertada más apicalmente (*offset* valvular distancia vertical en relación a inserción de valva septal de válvula AV mitral). En la vista 4CA, la AD, de forma piramidal con base ancha, recibe la VCS y VCI, el FO de tamaño variable dificulta el diagnóstico de defecto atrial del *septum secundum*, pudiera verse la válvula de Eustaquio (VE) (la VE se identifica mejor en la vista BCV) (3,4,7,12-29,58-60,62).

En el área detrás del corazón, disminuir la PRF a 10-15 cm/s para ver venas pulmonares, si al menos una entra a AI, excluye drenaje venoso anómalo total, para confirmar que es vena pulmonar usar *doppler* pulsado. La vena ácigos frecuentemente no visualizada, está adyacente a la Ao descendente a su derecha (1/3 del tamaño de la Ao descendente) y el esófago anterior a la Ao descendente (3,4,6,7,12-29,62).

En las vistas 4CA y 4CS, entre las CC detectables según el manual cardíaco fetal ISUOG (15), están clásicamente los síndromes de hipoplasia de corazón derecho (atresia pulmonar con SIV indemne) e izquierdo (atresia mitral y aórtica). Con VI pequeño, coartación/interrupción aórtica (dominancia de las cámaras derechas), atresia mitral con defecto septal ventricular, estenosis aórtica crítica (el VI también podría estar dilatado), drenaje venoso anómalo pulmonar total, foramen oval aneurismático, anomalía de Ebstein. Con VD pequeño, atresia pulmonar con SIV indemne, atresia tricúspide con defecto septal ventricular, estenosis pulmonar crítica. Entre los defectos del *septum AV* (*crux cordis*) y válvulas AV, están los defectos septales ventriculares, defectos septales atriales, defectos

septales AV (canal AV), anomalía de Ebstein, displasia/insuficiencia tricúspide o mitral y atresia tricúspide o mitral. Si se visualiza banda moderadora en el ventrículo posterior/izquierdo, L-TGA o inversión ventricular asociada a doble tracto de salida de VD (es discutible en la literatura la existencia de doble tracto de VI) (7,12-29,62).

Otras CC visualizables son: arco aórtico a la derecha (Ao descendente a la derecha de la columna), seno coronario dilatado (comúnmente asociado a VCS izquierda persistente o a drenaje venoso pulmonar anómalo total), agenesia de DV, drenaje venoso sistémico directo a AD, 2 vasos del mismo tamaño (interrupción de VCI con continuación de vena ácigos), cardiomegalia/miocardiopatía (comúnmente citomegalovirus y parvovirus). Entre las CC raras detectables están drenaje venoso pulmonar anómalo total (dominancia de cámaras derechos) o parcial, síndrome de cimitarra, síndrome de válvula pulmonar ausente con SIV indemne, *ectopia cordis*/pentalogía de Cantrell, FO restrictivo, tumores cardíacos (por ejemplo, rabdomiomas, fibromas, teratomas, mixomas), aneurismas/divertículos ventriculares, anomalía de Uhl, circulación arterial ventrículo coronaria, corazón univentricular (doble entrada de VI o VD), *Cor Triatriatum* (7,12-29,62).

Entre los marcadores/signos “suaves” o anomalías menores visualizables en 4CA y 4CS están el foco ecogénico cardíaco, la desviación del eje, la mesocardia, la colección pericárdica (menor a 2 mm y que no sobrepase la unión AV), el seno coronario dilatado y la discordancia/asimetría ventricular (tercer trimestre; descartar coartación/interrupción aórtica y drenaje venoso pulmonar anómalo total) (7,12-29,62).

Entre las CC con 4CA y 4CS con hallazgos normales se encuentran la tetralogía de Fallot, tronco arterioso común, doble tracto de salida del ventrículo derecho, la coartación/interrupción aórtica, estenosis aórtica (no crítica) y estenosis pulmonar (7,12-29,62).

En la vista TSVI/5C, adquirida rotando el transductor del 4CA y discreta elevación hasta visualizar el TSVI (quinta cámara), pared anterior de la Ao debe tener continuidad con SIV, conocida como indemnidad septo-aórtica (Sa), verificando de igual forma la indemnidad mitro-aórtica (Ma),

verificando calibre de la Ao (calculando Z-Score si subjetivamente se ve anormal), verificar ubicación central de valvas de válvula aórtica cuando estén cerradas y desaparición total de las mismas durante sístole ventricular, verificar que la Ap y la Ao (Ap cruza Ao durante barrido cefálico), para verificar la identidad de los tractos de salida que la Ap que emerge del ventrículo morfológicamente anterior VD se bifurca, descarte curso en paralelo de Ao ascendente, ejemplo pared anterior de la Ao paralela con SIV (por ejemplo, tetralogía de Fallot o interrupción de arco aórtico), chequee por flujo laminar en *doppler* color (Figura 1E y 1F) (7,12-29,62).

Entre las CC detectables en TSVI/5C están la tetralogía de Fallot/doble tracto de salida de ventrículo derecho (aorta dilatada, alto flujo de volumen, a veces visible en modo B), tronco arterial común (dextroposición aórtica), coartación/aórtica (Ao estrecha y válvula aórtica excéntrica/bicúspide), estenosis aórtica (Ao dilatado, flujo turbulento al *doppler*), defectos septales perimembranosos ventriculares anterior y posterior mal alineados (se evidencia solución de continuidad, bordes de SIV desalineados, paso de flujo al *doppler* color por el defecto, ausencia de indemnidad Ma y Sa), transposición de grandes arterias (vaso que emerge de VI que se bifurca y está dilatado, es la Ap) (7,12-29 62).

En la vista TSVD/3V, obtenida a partir de un giro rotatorio ascendente de la vista 4CA, se puede visualizar bien la Ap emergiendo del VD, con su rama derecha (RDAP); la Ao y la VCS, la Ap con RDAP y la rama izquierda (RIAP), la Ao y la VCS; la Ap y el *ductus* arterioso (Da), Ao y VCS, donde se debe demostrar que la Ap > Ao > VCS. El calibre de 3V y su patrón *doppler* son claves para detectar anomalías del TSVD, es necesario chequear flujo laminar a través de la válvula pulmonar. La RPAp siempre es menor a la Ao, la Ap cruza la Ao y es anterior y superior a la Ao (inverso en la transposición de grandes arterias). La Ap debe seguirse para asegurarse de su bifurcación. Se descartan CC conotruncuales como tetralogía de Fallot, doble tracto de salida de VD, transposición de grandes arterias (D-transposición de grandes arterias o L-transposición de grandes arterias), tronco arterioso común, estenosis pulmonar (Figura 1G y 1H) (7,12-29,62).

En la vista 3VT, obtenida a partir de un barrido cefálico a partir de la vista TSVD/3V, se evidencia el Da discretamente más grande que la Ao, que, a su vez, es mayor a la VCS. El Da y la Ao deben estar a la izquierda de la tráquea y la VCS a la derecha, otros vasos que pudieran visualizarse en esta vista o más cefálico (discretamente), la vena braquiocefálica izquierda, los vasos torácicos internos (o mamarios internos), vasos subclavios, vena ácigos (PRF 10-25 cm/s) y el timo. Flujo reverso en Ao y Ap se aprecia en esta vista (siempre deben estar en el mismo sentido anterógrado), utilizando *doppler* color, descartando patología *ductus* dependiente. La Ao debe ser continua con el Da. Si hay una pérdida de continuidad, se debe sospechar interrupción aórtica, se visualiza el istmo aórtico (IAo) en la vista de la "V", próximo al Da. En caso de duda, los Z-Score de los vasos ayudan a identificar discordancias (Figuras 1I y 1J) (6,7,12-29 63).

Entre las anomalías visibles en la vista 3VT, en caso de estrechez/ausencia de Ao están el síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, coartación/interrupción aórtica, estenosis mitral con defecto septal ventricular, estenosis aórtica crítica. En caso de flujo reverso en la Ao, se detectan síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, estenosis aórtica crítica, coartación aórtica grave, menos frecuentemente displasia polivalvular o movimientos respiratorios y corporales fetales. Con Ao dilatada, se detectan estenosis aórtica con dilatación postestenótica, tetralogía de Fallot, doble tracto de salida de VD. Con estrechez/ausencia de Da, se detectan atresia pulmonar con defecto septal ventricular, estenosis pulmonar crítica, síndrome de válvula pulmonar ausente, tetralogía de Fallot, anomalía de Ebstein, displasia de válvula AV tricúspide, doble tracto de salida del ventrículo derecho; se puede visualizar en el síndrome de transfusión gemelo-gemelo y en crecimiento fetal restringido con miocardiopatía hipóxica (6,7,12-29,62).

En caso de flujo reverso en Da, se detectan atresia pulmonar con anomalías conotruncuales, anomalía de Ebstein, displasia de la válvula AV tricúspide y displasia polivalvular. En caso de dilatación de Da, estenosis pulmonar con dilatación postestenótica, aneurisma de Da o Da tortuoso (variante normal en el tercer trimestre). En caso de un solo vaso (no dilatado), tetralogía de Fallot con atresia pulmonar, doble tracto de

salida de VD, interrupción aórtica. Un solo vaso, tronco arterioso común. En caso de anomalías vasculares (anillos), arco aórtico a la derecha/doble arco aórtico. En caso de 3 vasos, ausencia de VCS derecha y persistencia VCS izquierda. En caso de configuración en "Y", tetralogía de Fallot. En caso de 4 vasos, VCS bilateral/persistencia de VCS izquierda, vena ascendente supracardíaco, drenaje venoso pulmonar anómalo total, VCS dilatada o VCS izquierda persistente dilatada, aneurisma de vena de Galeno, crecimiento fetal restringido con miocardiopatía hipóxica grave, drenaje venoso pulmonar anómalo supracardíaco, vena braquicefálica izquierda ausente/anómala, vena braquiocefálica intratímica (6,7,12-29,62).

Las vistas sagitales BV y GV en modo B y *doppler* color, son complementarias a la evaluación 4CA, 4CS y TSVI/5C y TSVD/3V, principalmente de utilidad en la caracterización de defectos septales ventriculares, válvulas AV, y patologías conotruncuales, especialmente en emergencia en paralelo de Ap y Ao (D-transposición de grandes arterias y L-transposición de grandes arterias, doble tracto de salida de ventrículo derecho), al permitir evaluar relación de pulmonar y aorta, así como aplicación en modo M (cardiometría ventricular en vista BV, evaluación de arritmias en GV) y medición de válvulas pulmonar y aórtica así como *doppler* pulsado de Ap, con cuantificación de velocidad sistólica pico de Ap, adicional a la vista de TSVD/3V (Figuras 1 K y 1L) (6,7,12-29,62).

La vista sagital del AA, obtenida al rotar la vista AS hacia la Ao descendente o al rotar la vista 3VT 90°, manteniendo la visualización de la IAo, muestra el AA en forma de bastón de caramelo, que surge del centro del tórax y da tres ramas: tronco braquiocefálico (TB) o arteria innominada, arteria carótida izquierda (ACI) y arteria subclavia izquierda (ASI). AA normal: 7 % - 89 %; en 15 % de los casos, el TB y la ACI tienen un origen común (AA bovino). Sobre la Ao descendente yacen la AI y la RDAp, y anteriormente la AI. El IAo entre la ASI y el Da. En esta vista del AA, su importancia radica en ser la vista ideal convencionalmente descrita para identificación/caracterización definitiva de coartación/interrupción aórtica, en transposición de grandes arterias (arco anterior da los vasos del cuello), flujo reverso en Da (atresia pulmonar con SIV indemne y anomalías conotruncuales),

identificación de colaterales (atresia pulmonar), así como cuantificación de velocidad sistólica máxima de Ao en *doppler* pulsado, adicional a la vista de TSVI/5 cámaras (Figuras 1M y 1N) (6,7,12-29,62).

La vista sagital del ADa, localizado a la izquierda del AA, sale de la cámara anterior, detrás del esternón, mostrando una configuración en “Y” de Da uniéndose al AA. El Da con mayor velocidad que Ao por lo que *aliasing*, puede representar variante normal (Figuras 1M y 1N), permite confirmar flujo anterógrado al *doppler* color y cuantificación de velocidad sistólica máxima de Da en *doppler pulsado*, lo cual es de suma utilidad en la evaluación de alteraciones de Da, como restricción/cierre de Da, aneurisma/tortuosidad de Da, entre otras (Figuras 1Ñ y 1O) (6,7,12-29,62).

La vista sagital BCV, obtenida a partir de una vista 4CA, al identificar AD, se rota 90 ° hasta visualizar VCS y VCI, vista de los “cuernos de toro” o de “la gaviota”. La VCI atraviesa el hígado para unirse al DV y la vena hepática izquierda, mientras que la Ao continúa posterior superior a la columna para entrar al tórax. La VCI, el DV y la vena hepática izquierda se unen bajo el diafragma para formar el vestíbulo subdiafragmático, el cual cruza el diafragma y entra a la AD, se puede ver la VE en este plano. Si hay 2 vasos lado a lado en la vista BCV, lo más probable es que se trate de VCI interrumpida con continuación de vena ácigos. Se puede utilizar esta vista para *doppler* pulsado de VCS y VCI y evaluar mediante velocimetría o patrón espectral las características de sus ondas de velocidad de flujo (OVF) (6,7,12-29,62).

El cambio de área fraccional de VD en modo B (< 10 %) se ha reportado para disfunción cardíaca grave con valores normales reportados en percentiles y Z-Scores (26), sin embargo, no se cuenta con evidencia en el uso de dicho marcador en la Unidad del Servicio de Ecografía de MMF de MCP. En la ecocardiografía fetal dirigida en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP, además de la cardiometría en modo B o M, de AD, AI, VD y VI, offset valvular entre válvulas AV mitral y tricúspide y medición de diámetro de Ap, Ao y VCS en vistas de TSVI y TSVD/3V, la RDAp y la RIAP, el Da, así como la Ao en la vista del AA, en sus distintos

segmentos incluyendo IAO y Ao descendente, los anillos valvulares aórtico y pulmonar, con sus respectivos valores por Z-Scores (30-37,63), se realiza y reporta de rutina el eje cardíaco y el índice cardiorácico, obtenidos en la vista 4CA (6-12,17,38-60,62).

El índice de esfericidad cardíaco global (vista 4CA) y el índice de excursión sistólica de FO (vista 4CS) se reportan en caso de alteraciones, por percentiles en el índice de esfericidad y > 50 % (más predictivo > 65 %) en el caso del índice de excursión sistólica del FO (1,2,26,29,57,60), de amplia utilidad en la detección de CC, incluyendo alteraciones del remodelado/funcionalismo cardíaco, de especial utilidad en miocardiopatías, así como en fetos ingresados en cuidados intermedios/obstetricia crítica con estados hipertensivos del embarazo, diabetes pregestacional o gestacional, enfermedades del colágeno, crecimiento fetal restringido con remodelado cardíaco o miocardiopatía y/o marcadores ecográficos de síndrome de respuesta inflamatoria fetal (Figura 1Q, 1R y 1S) (1,3,6-12,17,38-60,64).

El uso del diámetro anteroposterior del timo y la relación timo-torácica, obtenidos en la vista TSVD/3V, se ha descrito como asociados al diagnóstico de CC, con evidencia en la Unidad del Servicio de Ecografía de MMF de MCP sobre su comportamiento normal en la gestación (65). Sin embargo, no se reporta rutina en la ecocardiografía fetal dirigida en la Unidad del Servicio de Ecografía de MMF de MCP. Tampoco se realizan de rutina las áreas y esfericidad atriales y ventriculares, así como los indicadores para evaluar el remodelado cardíaco (6-8,12-29,38-60,64,65).

En la evaluación de remodelado cardíaco y las miocardiopatías, entendiendo que en la progresión del deterioro del corazón fetal primero adquiere fenotipo globular con disminución del índice de esfericidad cardíaco global, luego hipertrofia miocárdica sin cardiomegalia (hipertrofia concéntrica), luego cardiomegalia, luego cardiomegalia con hipertrofia (hipertrofia excéntrica) particularmente la asimetría de paredes ventriculares y caracterizar la hipertrofia miocárdica (excéntrica versus excéntrica), se han descrito el cociente grosor del SIV/GPVD o GPVI y el cociente de grosor ventricular relativo

EVALUACIÓN ECOGRÁFICA DEL CORAZÓN FETAL EN MODO B, MODO M Y DOPPLER

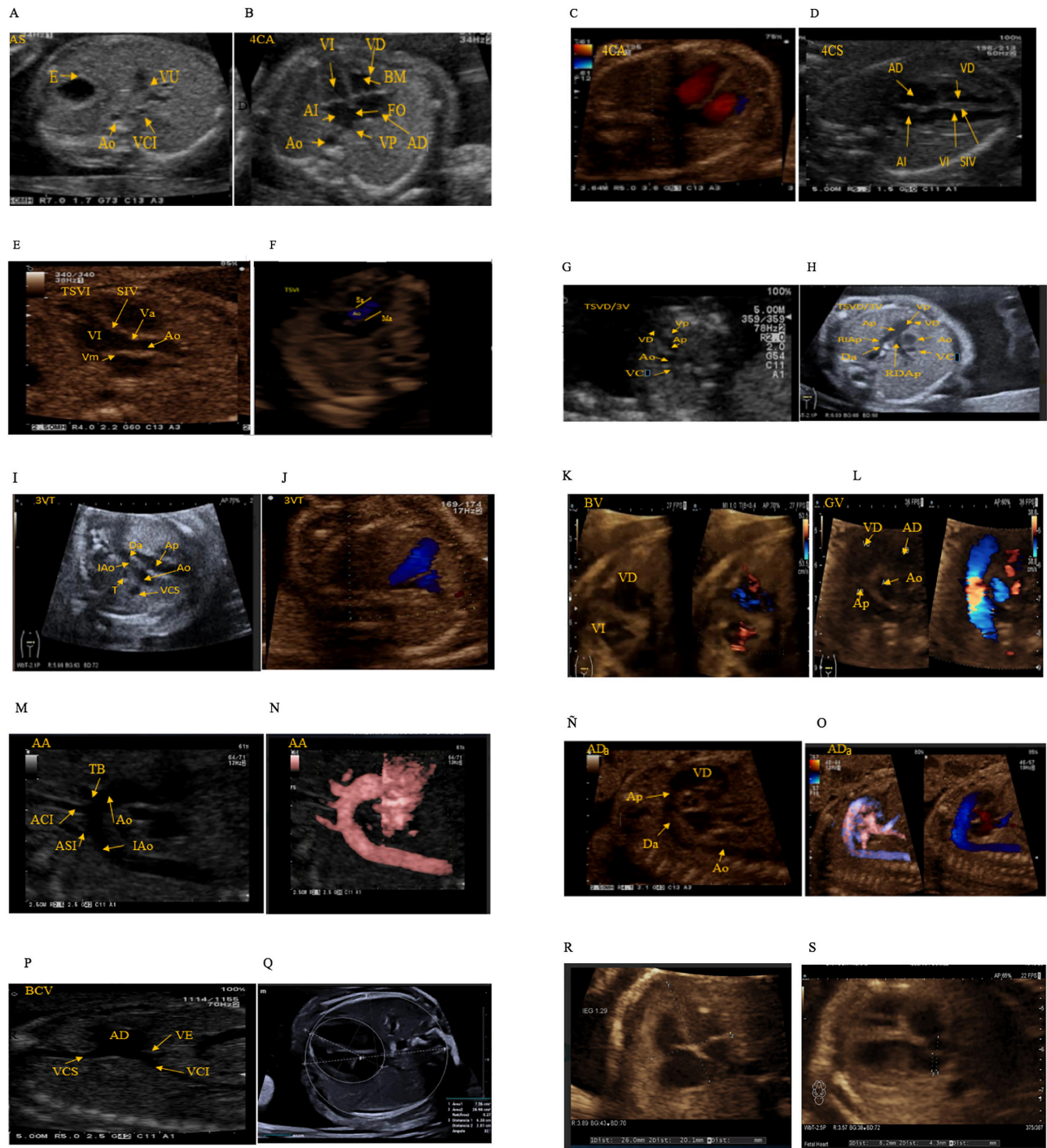


Figura 1. Evaluación sistemática de corazón fetal en modo B, *doppler color* y *power doppler*. A. Vista axial de abdomen superior (AS) con visualización de cámara gástrica (E), vena umbilical (VU), aorta (Ao) y vena cava inferior (VCI) (flechas amarillas) en feto céfalico dorso posterior. B. Vista axial apical de 4 cámaras (4CA), con visualización del ventrículo derecho (VD) e izquierdo (VI), del atrio derecho (AD) e izquierdo (AI), del foramen oval con apertura hacia la izquierda (FO), de la banda moderadora en el ventrículo derecho (BM), de la vena pulmonar entrando al atrio izquierdo (VP) y de la aorta descendente (Ao) (flechas amarillas), en feto céfalico, dorso posterior. C. *Doppler color* en 4CA, evidenciando llenado ventricular normal, en feto céfalico, dorso posterior. D. Vista axial subcostal de 4 cámaras (4CS) evidenciando VD, VI, AD y AI, con indemnidad de *septum* interventricular (SIV) (flechas amarillas), en feto podálico dorso derecho. E. Vista

axial del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) evidenciando la indemnidad de la SIV, de la válvula mitral (Vm) y de la aórtica (Va), y la emergencia de la aorta (Ao) (flechas amarillas), en feto cefálico, en dorso posterior. F. Vista axial de TSVI y emergencia de aorta (Ao) con *doppler* color evidenciando indemnidad septo aórtica (Sa) y mitro aórtica (Ma) en feto podálico dorso posterior. G. Vista axial del tracto de salida del ventrículo derecho y 3 vasos (TSVD/3V), visualizando el ventrículo derecho (VD), la arteria pulmonar (Ap), la válvula pulmonar (Vp), el aorta (Ao) y la vena cava superior (VC) (flechas amarillas) en el feto podálico, en el dorso posterior. H Vista axial de TSVD/3V con vista de VD, Vp, AP, Ao y VC bifurcación de Ap en ramas derecha (RDAP) e izquierda (RIAP), así como de *ductus* arterioso (Da) (flechas amarillas) en feto cefálico dorso derecho. I. Vista axial de 3 vasos-tráquea (3VT), evidenciando Ap, Ao y vena cava superior (VCS) en su relación habitual, con Ao y Ap a la izquierda de la tráquea (T), visualización de Da e istmo aórtico (IAo) en forma de “V” de (flechas amarillas), en feto cefálico dorso derecho. J. Vista axial de 3VT con uso de *doppler* color evidenciando flujo de arterias aorta y pulmonar en el mismo sentido, en feto cefálico dorso derecho. K. Vista sagital biventricular (BV) evidenciando en modo B y *doppler* color VD y VI. L. Vista sagital de eje corto de los grandes vasos (GV) en modo B y *doppler* color con visualización de AD, VD, Ap y Ao. M. Vista sagital de arco aórtico (AA) evidenciando la emergencia de la Ao del tronco braquiocéfálico (TB) o de la arteria innominada, la arteria carótida izquierda (ACI) y la arteria subclavia izquierda (ASI), así como la visualización de la IAo. N. Vista sagital en power doppler de AA. Ñ. Vista sagital del arco ductal (ADa), evidenciando VD, Ap, Da y Ao descendentes. O. Vista sagital de AD en *doppler* color. P. vista sagital bicaval (BCV) con visualización de AD y la entrada a la misma de VCI y VCS y válvula de Eustaquio (VE). Q. Técnica de medición de eje cardíaco e índice cardiotóraco en modo B. R. Técnica de medición del índice de esfericidad global en modo B. S. Técnica de medición del índice de excursión sistólica del *septum primum* en modo B. Imágenes cortesía de Jeiv Gómez, Luisauri Noguera, Judith Contreras y María Croes, con autorización para reproducción, divulgación y publicación.

cuya fórmula es (grosor del SIV + GPVD o GPVI / DVTD de VD o VI) (26). Sin embargo, no se reporta de rutina en la ecocardiografía fetal dirigida en la Unidad del Servicio de Ecografía de MMF de MCP, por carecer de evidencia institucional que lo valide clínicamente (6-12,17,58-60).

Evaluación en modo M

No se recomienda el uso del modo M en el cribado rutinario de CC, según recomendaciones de ISUOG, FMF, SEGO, Hospital Clínic, ACOG, SMFM, AIUM, ACR y SRU, convalidadas nacionalmente por SOGV, SOVUOG y AVUM (6-8, 12-29, 62). En la ecocardiografía fetal dirigida su mayor utilidad se basa en la cardiometría de AD, AI, VD, VI, SIV, GPVD, GPVI, destacando la medición de DVTD y DVTS, con sus respectivos Z-Scores (30-37, 63), la evaluación de arritmias fetales en insonación simultánea atrial y ventricular estableciendo onda auricular (onda A) y onda ventricular (onda V), el cálculo de la fracción de eyección (FE) (valor normal > 50-60 %) y la fracción de acortamiento (FA) de VD y VI (valor normal > 28 % en VI y > 40 %-50 % en VD) a partir de la medición de DVTD y DVTS, así como los valores de la motilidad

longitudinal miocárdica a nivel de los anillos tricúspide (TAPSE) y mitral (MAPSE) (1, 3, 6-8,17,12-29,42,52,53,62).

En la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP se reporta de rutina en la evaluación en modo M, la medición del grosor del SIV y los parámetros de TAPSE y MAPSE, en caso de miocardiopatía, la medición de GPVD y GPVI, particular cuidado en aquella asociada a feto de madre diabética por su capacidad de predicción de resultado perinatal adverso como marcador aislado la medición del SIV, el GPVD y GPVI. La FE y FA se reportan en disfunción cardíaca grave. Se realiza obligatoriamente en la evaluación de arritmias fetales en modo M, mediante insonación simultánea atrial y ventricular (Figuras 2A, 2B, 2C, 2D y 2E). Si bien se ha descrito el uso de la excursión sistólica del plano anular septal (SAPSE) en ecocardiografía fetal dirigida, no hay evidencia clínica que avalide su uso en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP (1,3,6-8,17,12-29,42,52,53,62).

La FE es el % de sangre eyectado por el ventrículo en cada ciclo cardíaco. La FA corresponde a la disminución sistólica del diámetro ventricular, expresada como el cociente del diámetro ventricular telediastólico. La fórmula de FA es: $(DVTD - DVTS) /$

DVTD $\times 100$. La fórmula de FE es (volumen telediastólico ventricular-volumen telesistólico ventricular/volumen telediastólico ventricular) $\times 100$. El volumen telediastólico ventricular se calcula $((7/(2.4/DVTD)) \times DVTD3)$, mientras que el volumen telesistólico ventricular se calcula $((7/(2.4/DVTS)) \times DVTS3)$ (25-27,29,62).

La FA y FE se miden en vista 4CS con insonación perpendicular del SIV a nivel de las válvulas AV, y se mide el diámetro ventricular izquierdo a final diástole (máximo) y final de sístole (mínimo). Se considera un valor normal de FA $> 28\%$ y de FE $> 50\%$ - 60% (29). En la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP no se realizan de rutina en la ecocardiografía fetal dirigida, la FE y FA por estar alterados en fases avanzadas del deterioro hemodinámico sistólico/global fetal (recordando que en vida fetal se alteran primero los parámetros de función diastólica), considerándose predictor de resultado perinatal adverso valor del FE de VI $< 30\%$.

El TAPSE y MAPSE, cuya medición se realiza en la vista 4CA, en los anillos tricúspide y mitral, registrando la distancia/pendiente/desplazamiento sistólico de los respectivos anillos AV, de tendencia de aumento lineal en relación a edad gestacional y peso fetal estimado a lo largo de la gestación con valores de normalidad por percentiles y por Z-Score (1,3,6-8,17,12-29,30,42,52,62,63), ha sido de utilidad en la evaluación de funcionalismo cardíaco y se realiza de rutina en la ecocardiografía fetal dirigida en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP, con evidencia institucional que comprueba su utilidad clínica, en etapas tempranas del deterioro cardíaco fetal (42,52).

En presencia de daño miocárdico, tiende a disminuir el acortamiento longitudinal miocárdico, razón por la cual el TAPSE es de mayor utilidad que el MAPSE, dada la disposición longitudinal de las fibras del VD, en relación a la disposición circular de las fibras del VI (58-60, 66-69), por lo que la disminución del TAPSE es más sensible que la del MAPSE, si bien en disfunción cardíaca asociado a insuficiencia placentaria, ambos marcadores son de utilidad clínica, por ejemplo en comparación a otros parámetros, como FA y FE. La utilidad del SAPSE en comparación al MAPSE y TAPSE, tiene menor evidencia, sin experiencia con dicho

marcador en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP (1,3,6-8,17,42,52,58-60).

Evaluación doppler pulsado

La evaluación del remodelado cardíaco y funcionalismo cardíaco ha sido históricamente compleja de estandarizar universalmente en la ecocardiografía fetal dirigida, debido a las críticas en la evidencia aportada de los diferentes marcadores de su capacidad predictiva global, en forma aislada, integrada a otros marcadores, o en sistemas de puntaje de disfunción/falla cardíaca, de resultados perinatales adversos así como impacto en las estrategias terapéuticas por parte del equipo de salud perinatal, así como la reproducibilidad clínica integrada en la evaluación ultrasonográfica de corazón fetal por parte de los miembros del equipo de salud perinatal (1-12,25-30,58-75).

Adicionalmente a esta complejidad descrita, influyen también la aparición constante de nuevos marcadores y cambios conceptuales de nuestra comprensión del corazón y la circulación fetal, como la teoría de la banda miocárdica helicoidal y/o el fulcro cardíaco, las implicaciones hemodinámicas de cambios en el IAO, el DV y parámetros involucrados en la circulación útero-feto-placentaria evaluables por *doppler* pulsado (1-29, 48-75). Se ha descrito en el *doppler* pulsado una caracterización de su utilidad clínica dividiéndolos en marcadores de funcionalismo diastólico, sistólico y globales, con sus valores de normalidad por tablas por percentiles o por Z-Scores (1-12,25-30,63).

Más allá de las diferentes escalas/sistemas de puntaje de disfunción/fallo cardíaco fetal descritas, varias de las cuales incluyen cambios asociados a remodelado cardíaco/miocardiopatía, como cambios en las OVF de arteria umbilical, DV, IAO y parámetros de la circulación feto-placentaria (1-4,12-29,60), existe consenso en establecer como disfunción cardíaca grave la presencia de dos o más parámetros de funcionalismo cardíaco francamente alterados, los cambios de flujo retrógrado diastólico en la OVF del IAO, flujo atrial reverso en la OVF del DV, y/o la presencia de insuficiencia tricúspide o mitral significativa al evaluar la regurgitación en la OVF de las válvulas AV, FE de VI $< 30\%$

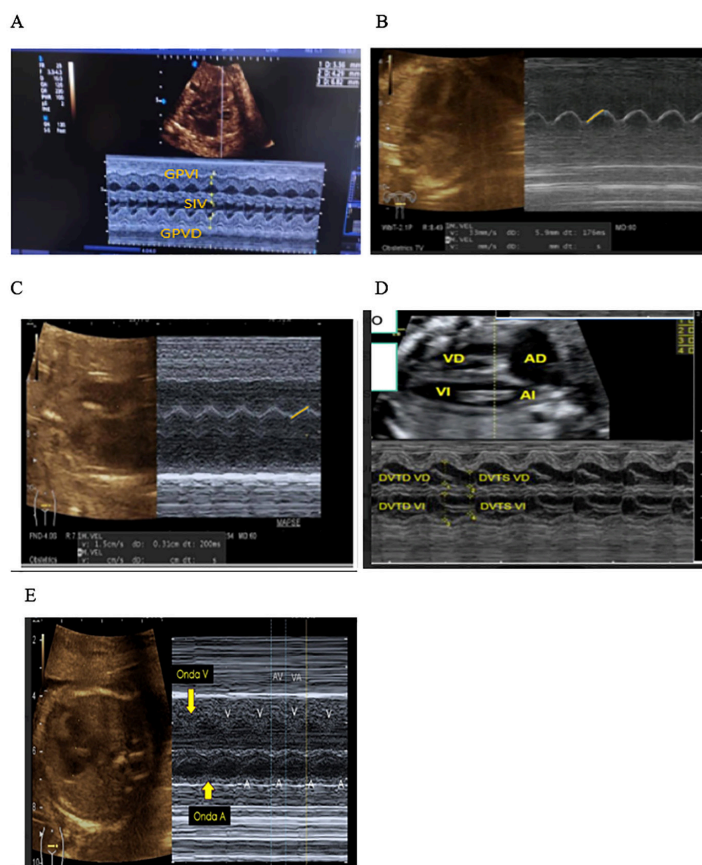


Figura 2. Evaluación ultrasonográfica de corazón fetal en Modo M. A. Medición del grosor de las paredes ventriculares derecha (GPVD) e izquierda (GPVI) y del *septum* interventricular (SIV) (calipers amarillos). B. Técnica de medición de la excursión sistólica del plano anular mitral (línea amarilla). C. Técnica de medición de la excursión sistólica del plano anular tricúspide (línea amarilla). D. Técnica de medición de los diámetros telediastólicos (DVTD) y telesistólicos (DVTS) de los ventrículos derecho (VD) e izquierdo (VI), utilizada en el cálculo de la fracción de eyección y la fracción de acortamiento ventriculares (calipers amarillos). E. Evaluación de plano atrioventricular (ventrículo izquierdo/atrio derecho) con visualización de contracción ventricular (Onda V) y atrial (Onda A) utilizada para cribado y evaluación de arritmias fetales (flechas amarillas). Imágenes cortesía de Jeiv Gómez, Judith Contreras y María Croes, con autorización para su reproducción, divulgación y publicación.

y cambio fraccional de área de VD < 10 %. Se define fallo cardíaco la presencia de *hydrops fetalis* asociada a disfunción cardíaca grave, mientras que la disfunción cardíaca leve/moderada a la presencia de cambios adaptativos en función diastólica o sistólica de la patología de base con uno o dos parámetros alterados de funcionalismo cardíaco.

Los marcadores descritos para evaluación de funcionalismo cardíaco con el uso del *doppler* pulsado, incluyen la evaluación de OVF en las

válvulas AV tricúspide y mitral (llenado AV), OVF mitro-aórtica en vista TSVI/5C, OVF de Ao y Ap en TSVI/5C y TSVD/3V (opcional vistas de GV, AA y ADa para confirmar/documentar alteraciones), OVF de Da en 3VT o ADa, OVF de IAo en la vista de AA o 3VT, OVF de vena pulmonar y arteria pulmonar periférica en la vista 4CA, OVF de DV en vista de AS o vista sagital de abdomen/tórax fetal con identificación de *aliasing* de DV, así como OVF de FO (normalmente velocidades 20-40 cm/s) en caso de sospechas de patología de FO (1-29,58-60,75).

El diagnóstico de atresia/estenosis/insuficiencia/displasia de válvulas AV, válvulas Ao y Ap, así como coartación/interrupción aórtica, patologías del Da y el AA, anomalías conotruncuales, canal AV, patologías de FO, drenaje venoso anómalo, y en general todas las CC diagnosticables prenatalmente, debe documentar adicional a los hallazgos en modo B, la evaluación de *doppler* pulsado patognomónica de dichas CC.

En el uso de *doppler* pulsado en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP, se realizan y reportan de rutina en la ecocardiografía fetal dirigida, la relación E/A de las válvulas tricúspide y mitral, el índice de rendimiento miocárdico o índice Tei, la medición del PR mecánico, el índice de rendimiento biventricular, las velocidades pico sistólicas de Ao, Ap (usualmente 60-120 cm/s) y Da (usualmente 60-120 cm/s con mayor valor predictivo patológico > 180-200 cm/s), cocientes de tiempos de aceleración (TA)/tiempo de eyección (TE) de Ao y Ap, evaluación de índice de flujo ístmico (IFI) descrito por Fouron (75), o valoración cualitativa del IAo, evaluación con índice de pulsatilidad o cualitativa del DV, opcionalmente según hallazgos cálculos del gasto cardíaco de VD, VI y combinado, así como la fracción de succión atrial izquierda (FSAI), con valores referenciales de normalidad, por tablas percentiladas o Z-Score, según el caso incluyendo la evidencia institucional de la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP (6-12,25-30,38-41,45-56,58-60,63,66-71,75).

El uso de *doppler* tisular actualmente se reserva para investigación, así como segmentos de correlación electro-flujométrica en la OVF mitro-aórtica y OVF de vena pulmonar y arteria pulmonar periférica, y marcadores en investigación en el llenado ventricular (LLV) como los tiempos de llenado ventricular (TLLV), tiempo de llenado (TLL), tiempo de succión (TS) ventricular, tiempo sistólico-diastólico de VI (TSDVI) y VD (TSDVD), tiempo de contracción isovolumétrica (TCI), tiempo de relajación isovolumétrica (TRIV), utilizados en el cálculo del índice Tei, índice de rendimiento biventricular, de la fracción porcentual del TRIV y la fracción de succión de LLV, así como la fracción de LLV, parámetros diastólicos (Figuras 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F, 3G, 3H, 3I, 3J, 3K, 3L, 3M) (6-12,25-30,38-41,45-56,58-60,66-71,75). El índice de

pulsatilidad del Da (normalmente > 2.0) no se realiza de rutina en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP (7,12,17).

La relación E/A de las OVF de válvulas AV tricúspide y mitral, obtenida en la vista 4CA es uno de los parámetros diastólicos por excelencia en la literatura, dado su patrón bifásico desde las 9 semanas de gestación hasta el término, se acerca su valor a 1,0 a medida que aumenta la gestación, sin embargo, su valor debe ser siempre < 1,0, estando alterado valores mayores al percentil 95 para la edad gestacional. Evalúa el componente diastólico o LLV del ciclo cardíaco, reflejando la capacidad de relajación miocárdica (Figuras 3A y 3B) (3,6,12-29 49).

El índice Tei, obtenido en la OVF mitro-aórtica en la vista TSVI/5C, se calcula a partir de la relación (TCI+TRIV)/TE Ao, donde el volumen de muestra se utiliza para registrar al mismo tiempo las ondas de llenado AV mitral E y A y el flujo de salida de la Ao, evidenciando los chasquidos de apertura/cierre de las válvulas mitral y aórtica. Se ha descrito convencionalmente como un parámetro global cuando su valor es mayor al percentil 95 para la edad gestacional; sin embargo, críticas en la literatura lo han planteado como marcador de función sistólica (Figuras 3C) (3,6,12-29,41,43,45,48).

El índice de rendimiento biventricular, parámetro de funcionalismo global calculado a partir del promedio de los índices de rendimiento de VD y VI, los cuales son a su vez producto del cociente de TSDVD / frecuencia cardíaca fetal y TSDVI / frecuencia cardíaca fetal con valores de referencia por tablas percentiladas, se considera en rango de alarma > percentil 90 y francamente alterado > percentil 95 (Figuras 3C y 3D) (5,7,49,54,60).

La FSAI, parámetro de funcionalismo diastólico, que no se modifica con la edad gestacional, se obtiene mediante ultrasonografía *doppler* de la conexión venoatrial izquierda en un corte de 4 cámaras, en su porción más proximal al atrio, respetando un ángulo menor de 30 grados. El volumen de muestra o ventana debe ampliarse para obtener simultáneamente las ondas venosa y arterial pulmonar periférica, y medir desde la onda A hasta el inicio de la onda ventricular (TS), así como el TLL (tiempo desde una onda A hasta la siguiente). Se calcula: $FSAI = TS / TLL \times 100$.

El valor normal está alrededor de una media de 25,79 % con una desviación estándar de 3,73 % (Figura 3E) (3,4,6,47,58,69).

El ciclo cardíaco clásicamente se ha correlacionado electroflujométricamente en OVF mitroaórtica y OVF de vena pulmonar y arteria pulmonar periférica. La onda P de despolarización atrial, se corresponda con segunda fase de llenado atrial (onda A), QRS de despolarización ventricular que coincide con el TCI y la compresión y precede a la onda de la Ao que tiene un TE. De acuerdo a la teoría de la banda miocárdica helicoidal de Torrent-Guasp con su soporte de palanca en el fulcro cardíaco de Trainini (6,48,67-74), tanto el TRIV como la onda E dependen de la contracción del segmento ascendente del asa apical y su efecto de alargamiento sobre el segmento descendente de dicha asa. De igual forma, se ha logrado reproducir clínicamente de forma confiable en la evaluación de la OVF mitro-aórtica, correlacionar la banda miocárdica helicoidal, con los cálculos de fracción porcentual del TRIV, la fracción de succión de LLV y la fracción de LLV (parámetros diastólicos), así como la medición del TSDVI o tiempo total del ciclo cardíaco, denominador que multiplicado x 100 en relación al dividendo de TRIV, TS y TLL, permite determinar respectivamente, parámetros en investigación de utilidad clínica. La correspondencia flujométrica entre la vena pulmonar (con sus ondas S, E o D y A) y la arteria pulmonar periférica, con la de la válvula mitral (con sus ondas de llenado E y A), y con la de la válvula aórtica (con chasquidos de apertura y cierre de válvulas mitral y aórtica). El primer tiempo ventricular, o sístole (SV), corresponde al segundo tiempo atrial, o diástole atrial (DA). El segundo tiempo ventricular, o diástole (DV), corresponde al primer tiempo atrial (SA) (primer tiempo atrial) (Figuras 3C y 3F) (49).

La evaluación de la OVF de Ao y Ap en las vistas de TSVI/5C y TSVD/3V, permite la medición de la integral velocidad/tiempo (VTI por sus siglas en inglés), las cuales se utilizan en el cálculo del gasto cardíaco fetal, las velocidades pico sistólicas de Ao y Ap, así como el cociente TA/TE de Ao y Ap (habitualmente TA/TE Ap > TA/TE Ao) como parámetros sistólicos, consultando sus valores referenciales por

aplicaciones digitales (Figuras 3G, 3H, 3I, 3J) (6-8,12-30,60,66).

El gasto cardíaco derecho e izquierdo (calculado multiplicando el volumen/latido por la frecuencia cardíaca fetal de VI y VD), así como el combinado (recordando que el VD representa 60 %-66 % del gasto cardíaco fetal), tiene un valor normal alrededor de 450 mL/min/kg, con sus nomogramas de valores referenciales descritos por Kiserud y col. (66), se calcula a partir del VTI de Ao y Ao y el diámetro de Ao en TSVI/5C y el diámetro de Ap en TSVD/3V. La fórmula del volumen/latido, también conocida como volumen sistólico o volumen de eyección, es $((\pi * (\text{diámetro vaso}/2)^2) \times \text{VTI})$. El denominado índice cardíaco, es el gasto cardíaco combinado/peso fetal estimado (6-8,12-30,60,66,70,71).

El cálculo de la fracción del TE del VD, realizado en la vista TSVD/3V, calculado a partir de la fórmula $((\text{TE Ap}/\text{tiempo total del ciclo cardíaco}) \times 100)$, está descrito en la literatura como parámetro sistólico, sin embargo, no se realiza por carencia de evidencia institucional de la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP (6-8,12-30,60,66,70,71).

La evaluación del IAo, parámetro global de funcionalismo cardíaco, que puede reflejar cambios incipientes en presencia de alteraciones diastólicas y sistólicas, si bien se ha descrito su evaluación mediante el índice de pulsatilidad, con sus valores referenciales descritos por Del Río y col. (49,55,76), se realiza en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP, mediante valoración cualitativa en función de presencia/ausencia de flujo anterógrado/ausente/retrógrado sistólico y diastólico y a través del cálculo del IFI cuya fórmula es $((\text{VTI sistólico} - \text{VTI diastólico})/\text{VTI sistólico})$ descrito por Fouron (75). Destacando la presencia de flujo retrógrado diastólico como indicador de ausencia de disfunción cardíaca grave. Se obtiene en la vista 3VT en el corte de la "V" o en la del AA (Figura 3K). (6-8,12-29,49,55,75,76).

La evaluación del DV, parámetro que permite evaluar globalmente el funcionalismo cardíaco, obtenida en la vista de AS o en vista sagital de tórax y abdomen fetal identificando *aliasing* de DV, se evalúa en forma cualitativa la presencia de sus dos ascensos (S y D) y sus dos descensos

(V y A), destacando la ausencia de flujo atrial reverso como indicador de ausencia de disfunción cardíaca grave, se evalúa también a través del índice de pulsatilidad con los valores referenciales descritos por Kessler y col. (Figura 3L) (6-8,12-29,77).

La evaluación de la velocidad pico sistólica de Da, en la vista 3VT o ADA, descarta restricción/cierre del Da, o patologías asociadas a Da patológico en caso de índice de pulsatilidad de $Da < 2.0$ (Figura 3M) (6-8,12-29,78).

El *doppler* tisular, realizado en vista 4CA en anillo mitral y tricúspide, así como en SIV, evalúa además de las ondas E' y A' (parámetro diastólico), principalmente útil al evaluar las velocidades pico anulares en sístole (S'), es un parámetro sistólico descrito que no se realiza por carencia de evidencia institucional de la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP, actualmente reservado solo para investigación (Figura 3N) (6-8, 12-30, 60, 66, 70, 71).

El programa de especialización en MMF de MCP desde su aprobación en el año 2013, ha contribuido a la literatura biomédica en la evaluación del sistema cardiovascular fetal y CC con 33 trabajos de investigación (6, 8, 38-59, 64, 65, 82-88) amén de experiencia acumulada en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP, así como en las pasantías por Fundacardin en el HMUCA con Larrázabal y el Servicio de Ultrasonido de MCP con Cadena, que están a la vanguardia nacional.

Si bien no se cuenta con el total de estudios realizado a lo largo de la historia del programa de especialización en MMF, por no contar con la correspondiente autorización institucional a la data total de ecocardiografías fetales dirigidas y cribado rutinario de CC en los 3 trimestres en el Archivo de MCP, Fundacardin en el HMUCA y el Servicio de Ultrasonido de MCP por residentes y especialistas del programa de especialización en MMF (12), la revisión de las estadísticas de la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP y el programa de especialización en MMF, evidencia que un residente durante su formación realiza un intervalo de 200-300 ecocardiografías de cribado rutinario y dirigidas, durante los dos años de formación del programa de especialización en MMF, incluyendo la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP

que realiza ecocardiografía fetal dirigida en un intervalo 15-20 estudios semanales desde hace 13 años, lo que da un estimado entre 9400-11500 estudios realizados, se realiza cribado rutinario de CC en los tres trimestres en un intervalo 80-100 pacientes semanales, lo que da un estimado de 50000-52600 estudios realizados, a lo largo de los 13 años de historia del programa de especialización en MMF (12).

La investigación e incorporación a la práctica clínica de nuevos parámetros en la evaluación de CC, como los utilizados en *doppler* tisular, SAPSE, áreas e índices de esfericidad atriales y ventriculares, cambio fraccional de área, fracción de succión ventricular, fracción porcentual de TRIV, fracción de LLV, fracción de eyección de VD, FA y FE de VD y VI, la relación timo-torácica, cociente grosor del SIV/GPVD o GPVI y el cociente de grosor ventricular relativo, entre otros parámetros, amén de correlación de parámetros hemodinámicos maternos en ultrasonido en punto de cuidado con gasto cardíaco combinado e índice cardíaco en pacientes hospitalizadas en cuidados intermedios y/u obstetricia crítica como punto a seguir en el futuro, especialmente en presencia de estados hipertensivos del embarazo, diabetes pregestacional o gestacional, enfermedades del colágeno y/o marcadores ecográficos de síndrome de respuesta inflamatoria fetal, es promisorio de cara al futuro (6-12,17,38-60,65).

De igual forma, el uso de STIC, *Strain* y *Strain rate*, TUI, fetal HQ, FINE o 5D cardíaco, IA en modelos físicos y virtuales, así como su empleo en el análisis de imágenes fuera de línea y en telemedicina, son puntos pendientes de la investigación nacional en la evaluación del corazón fetal (6-12,15).

Como dijo Pellegrino (89), la medicina es la más humana de las artes, la más artística de las ciencias y la más científica de las humanidades, siguiendo este camino el programa en especialización en MMF de MCP, con la evidencia/experiencia acumulada en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP, así como en las pasantías por Fundacardin en el HMUCA con Larrázabal y el Servicio de Ultrasonido con Cadena, ha enfocado como arte camino a la estandarización, acorde a las tendencias globales, acorde al análisis situacional bajo el paradigma crítico-dialéctico con el que ha accionado históricamente la evaluación ultrasonográfica

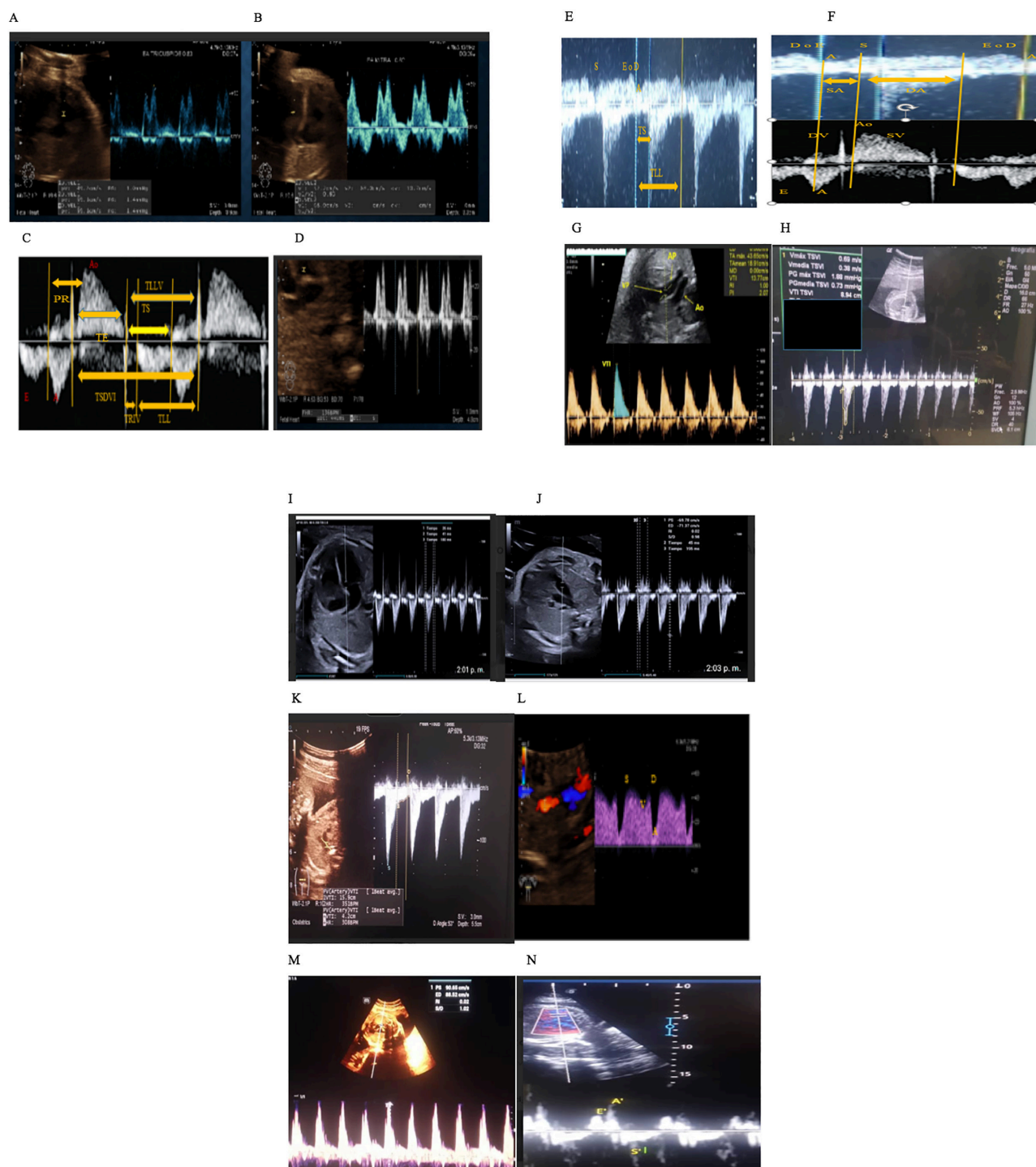


Figura 3. Evaluación ultrasonográfica con *doppler* pulsado de corazón fetal. A. Técnica de medición de la relación de ondas de llenado E y A en la onda de velocidad de flujo de la válvula tricúspide (calipers amarillos). B. Técnica de medición de relación de ondas de llenado E y A en onda de velocidad de flujo válvula mitral (calipers amarillo). C. *Doppler* mitro-aórtico con onda de velocidad de flujo evidenciando llenado E/A mitral y eyección aórtica (Ao), evidenciando chasquidos de apertura y cierre de válvulas mitral y aórtica, referenciando tiempos de contracción isovolumétrica (TCI), tiempo de eyección (TE), tiempo de relajación isovolumétrica TRIV), utilizados para cálculo de índice de rendimiento micocárdico o índice Tei, así

como tiempo sistólico-diastólico de ventrículo izquierdo (TSDVI) que mediante cociente con frecuencia cardíaca fetal se utiliza en cálculo del índice de rendimiento ventricular izquierdo, así como los tiempos de succión (TS), llenado (TLL) y llenado ventricular (TLLV), utilizados en el cálculo de la fracción porcentual del TRIV y la fracción de succión de llenado ventricular, el tiempo entre el inicio de la onda A y la eyección Ao es el PR mecánico (PR) (líneas y flechas amarillas). D. Técnica de medición del tiempo sistólico-diastólico de ventrículo derecho (líneas amarillas) que mediante cociente con frecuencia cardíaca fetal se utiliza en cálculo del índice de rendimiento ventricular derecho. E. Onda de velocidad de flujo *doppler* de vena pulmonar y arteria pulmonar periférica evidenciando en vena pulmonar onda sistólica (S), diastólica (E o D) y onda A correspondiente a sístole atrial (A), así como tiempo de succión (TS) y tiempo de llenado (TLL) utilizados para cálculo de fracción de succión atrial izquierda (líneas y flechas amarillas). F. Correspondencia flujométrica de vena pulmonar (con sus ondas S, E o D y A) y arteria pulmonar periférica con la de válvula mitral (con sus ondas de llenado E y A) y aorta (Ao) con chasquidos de apertura y cierre de válvulas mitral y aórtica. El primer tiempo ventricular o sístole (SV) se corresponde con la diástole atrial (DA) (segundo tiempo atrial). El segundo tiempo ventricular o diástole (DV) se corresponde con la sístole atrial (SA) (primer tiempo atrial). G. Técnica de medición de integral velocidad/tiempo (VTI por sus siglas en inglés) en onda de velocidad de flujo de arteria pulmonar en tracto de salida de ventrículo derecho, utilizado en conjunto con diámetro de arteria pulmonar y frecuencia cardíaca fetal en el cálculo de gasto cardíaco derecho. H. Técnica de medición de VTI en onda de velocidad de flujo de arteria aorta en tracto de salida de ventrículo izquierdo, utilizado en conjunto con diámetro de arteria aorta y frecuencia cardíaca fetal en el cálculo de gasto cardíaco izquierdo. I. Técnica de medición de tiempo de aceleración/tiempo de eyección de arteria aorta en tracto de salida de ventrículo izquierdo (línea punteada). J. Técnica de medición de tiempo de aceleración/tiempo de eyección de arteria pulmonar en tracto de salida de ventrículo derecho (línea punteada). K. Técnica de medición de VTI sistólica y diastólica del istmo aórtico, utilizada para el cálculo del índice de flujo ístmico. L. Evaluación de la onda de velocidad de flujo del ductus venoso, con sus dos ascensos correspondientes a sístole (S) y diástole (D), y sus dos descensos sistólicos y diastólicos tardíos (V y A), en vista parasagital en primer trimestre. M. Técnica de medición de velocidad pico-sistólica del *ductus* arterioso. N. *Doppler* tisular de válvula tricúspide evidenciando ondas E', A' y S'. Imágenes cortesía de Jeiv Gómez, Luisauri Noguera, Judith Contreras y María Croes, con autorización para su reproducción, divulgación y publicación.

de corazón fetal en modo B, modo M y *doppler* (6-12,38-60,64,65,82-88).

CONCLUSIONES

El arte de la evaluación ultrasonográfica de corazón fetal en modo B, modo M y *doppler*, ha evolucionado camino a la estandarización en el cribado universal rutinario de CC. La deuda pendiente es la estandarización uniforme de los parámetros a considerar y su integración clínica holística en la evaluación de la presencia/ausencia de alteraciones en el remodelado y el funcionalismo cardíacos, así como su correlación con los resultados perinatales. Es necesario para mejorar los indicadores de morbilidad perinatal, maximizar la capacidad asistencial del equipo de salud perinatal para la detección oportuna y manejo apropiado de CC.

La universalización acorde a la campaña ISUOG “Cada Pequeño Corazón Importa” en despistaje de CC estructurales, así como la identificación de alteraciones de

remodelado/funcionalismo cardíaco, siguiendo recomendaciones ISUOG, FMF, SEGO, Hospital Clínic, ACOG, SMFM, AIUM, ACR y SRU, convalidadas nacionalmente por SOGV, SOVUOG y AVUM, tanto en el cribado rutinario como en la ecocardiografía fetal dirigida en los tres trimestres de la gestación, empleando las vistas de AS, 4CA/4CS, TSVI/5C, TSVI/3V, 3VT, BV, GV, AA, ADa y BCV, debe ser prioridad en la actividad docente, asistencial, de investigación y divulgativa de la evaluación ultrasonográfica del corazón fetal a nivel nacional por parte del equipo de salud perinatal, especialmente en los programas universitarios de MMF y/o perinatología aprobados por el CNU, como los del MCP, HUC, HAPL, HMIJMV, Servicios de Cardiología Pediátrica como el del HNJR y el HCILGRO, fundaciones como Fundacardín en el HMUCA y ASCARDIO, grupos de investigación en MMF y/o perinatología, así como la acción de los programas de obstetricia y ginecología y/o cardiología pediátrica/infantil aprobados por el CNU, con sede en los hospitales especializados de los distintos estados de la república.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Judith Contreras y María Croes por sus aportes en la edición de imágenes utilizadas en la presente revisión narrativa, en la evaluación ultrasonográfica en modo B, modo M y *doppler* de corazón fetal, tanto en el cribado rutinario de CC como en la ecocardiografía fetal dirigida.

REFERENCIAS

- Huhta JC. Fetal congestive heart failure. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2005;10(6):542-552.
- Sosa-Olavarria A. Ecocardiografía fetal normal y patológica. Edición Kindle. Seattle (WA): Kindle Direct Publishing; 2022:13-17.
- Zurita-Peralta J, Sosa-Olavarria A, Zielinsky P. Evaluación ecográfica de la función cardíaca fetal. *Rev Latin Perinat.* 2017;20(2):113-124.
- Sosa A, Flores F. Flujoimetría Doppler en venas pulmonares fetales. *Rev Latin Perinat.* 2017;20(4):243-251.
- Sosa-Olavarria A, Álvarez-Moya E, Quiroga-Pacheco H, Zambrana-Camacho J, Peralta J, Zurita-Peralta J, et al. Índice de rendimiento biventricular del corazón fetal. *Rev Perú Ginecol Obstet.* 2022;68(4) 00004.
- Gómez J. Trastornos hipertensivos del embarazo: correlación del Doppler oftálmico materno con funcionalismo cardíaco y bienestar fetal [Tesis doctoral]. Caracas (Distrito Capital): Universidad Central de Venezuela; 2025.
- Comité Académico del Programa de Especialización en Medicina Materno Fetal. Programa 2026. Caracas (Distrito Capital): Universidad Central de Venezuela; 2026.
- Gómez J, Cabrera-Lozada C, Faneite P. Integración de las pruebas de bienestar fetal anteparto: propuesta de un perfil biofísico fetal extendido. *Gac Méd Caracas.* 2022;130(2):246-265.
- 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.
- Cabrera-Lozada C. Medicina Materno Fetal: Aportes. Trabajo de incorporación como Individuo de Número, Sillón VII. En: Urbina-Medina H, Soyano-López A, editores. Trabajos de Incorporación y Discursos en la Academia Nacional de Medicina. Tomo XXXI. Caracas: Editorial Academia Nacional de Medicina. 2024.p.1-76.
- Cabrera-Lozada CR. Mortalidad Perinatal: análisis situacional. *Gac Méd Caracas.* 2025;133(4):1054-1074.
- Archivo del programa de especialización en Medicina Materno Fetal. Estadísticas de salud perinatal en la MCP. Período 2013-2024. Caracas: MMF. 2025.
- American Institute of Ultrasound in Medicine, American College of Radiology, American College of Obstetricians and Gynecologists, Society for Maternal-Fetal Medicine, Society of Radiologists in Ultrasound. AIUM-ACR-ACOG-SMFM-SRU Practice Parameter for the Performance of Standard Diagnostic Obstetric Ultrasound Examinations. *J Ultrasound Med.* 2018;37(11):E13-E24.
- International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Fetal Cardiac Screening Checklist. Every Little Heart Matters. London, United Kingdom: ISUOG. 2025. Disponible en: <https://www.isuog.org/static/616d20ae-149d-4469-8cf9f9811bf1adac/ELHM-poster.png>.
- Meagher S; International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Fetal Cardiac Handbook. Every Little Heart Matters. London, United Kingdom: ISUOG. 2025. Disponible en: <https://www.isuog.org/static/2603532a-eff8-422e-a4170ac858147842/Fetal-cardiac-handbook-Prof-Simon-Meagher-25082025-V6.pdf>.
- Bravo-Valenzuela NJ, Castro-Giffoni M, de Oliveira-Nieblas C, Werner H, Tonni G, Granese R, et al. Three-Dimensional Ultrasound for Physical and Virtual Fetal Heart Models: Current Status and Future Perspectives. *J Clin Med.* 2024;13(24):7605.
- Larrázabal N. Función cardíaca fetal: ¿Qué debemos evaluar?. Jornada de actualización Medicina Materno-Fetal 2024. Caracas (Distrito Capital): MMF 2024. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=7vxyxIkYVMs>.
- 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.
- Carvalho JS, Axt-Flidner 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.
- 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.
- 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.

22. 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.
23. Fetal Medicine Foundation. Fetal echocardiography. London, United Kingdom: FMF. 2025. Disponible en: <https://www.fetalmedicine.org/education/fetal-echocardiography-1>.
24. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Guía de la exploración ecográfica del corazón fetal. *Prog Obstet Gynecol.* 2020;63(6):365-402.
25. Gómez O, Izquierdo N, Nogué N, Masoller N, Bennasar M, Crispi F, et al. Protocolo: Ecocardiografía Fetal. Barcelona, España: Hospital Clínic. 2023. Disponible en: <https://fetalmedicinebarcelona.org/wp-content/uploads/2024/02/Ecocardiografia-fetal.pdf>.
26. Crispi F, Nogué L, Pérez M, Masoller N, Escobar-Díaz MC, Bennasar M, et al. Protocolo: Ecocardiografía Fetal Funcional. Barcelona, España: Hospital Clínic. 2024. Disponible en: <https://fetalmedicinebarcelona.org/wp-content/uploads/2024/02/Ecocardiografia-funcional-fetal.pdf>.
27. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM Practice Parameter for the Performance of Fetal Echocardiography. *J Ultrasound Med.* 2020;39(1):E5-E16.
28. Chudleigh T, Cohen-Overbeek TE; ISUOG Basic Training Sub-Committee. How to apply the 20 + 2-planes method for identification of 65 fetal abnormalities during routine second-trimester fetal ultrasound examination. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2025;66(3):383-396.
29. Acosta-Vásquez P; Centro de Referencia Perinatal Oriente. Guía Ecocardiografía Fetal CERPO. Santiago de Chile, Chile: CERPO. 2025. Disponible en: <https://www.cerpo.cl/>
30. Dyer D. Z-Scores for Fetal Echocardiography. Seattle (WA): Fetal.parameterz.com 2025. Disponible en: <http://fetal.parameterz.com/>.
31. Vigneswaran T, Akolekar R, Syngelaki A, Charakida M, Allan LD, Nicolaides KH, et al. Reference Ranges for the Size of the Fetal Cardiac Outflow Tracts From 13 to 36 Weeks Gestation: A Single-Center Study of Over 7000 Cases. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2018;11(7):e007575.
32. Krishnan A, Pike JI, McCarter R, Fulgum AL, Wilson E, Donofrio MT, et al. Predictive Models for Normal Fetal Cardiac Structures. *J Am Soc Echocardiogr.* 2016;29(12):1197-206.
33. Gabbay-Benziv R, Turan OM, Harman C, Turan S. Nomograms for Fetal Cardiac Ventricular Width and Right-to-Left Ventricular Ratio. *J Ultrasound Med.* 2015;34(11):2049-2055.
34. Comas M, Crispi F, Gómez O, Puerto B, Figueras F, Gratacós E. Gestational age- and estimated fetal weight-adjusted reference ranges for myocardial tissue Doppler indices at 24-41 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011;37(1):57-64.
35. Lee W, Riggs T, Amula V, Tsimis M, Cutler N, Bronsteen R, et al. Fetal echocardiography: z-score reference ranges for a large patient population. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2010;35(1):28-34.
36. Pasquini L, Mellander M, Seale A, Matsui H, Roughton M, Ho SY, Gardiner HM. Z-scores of the fetal aortic isthmus and duct: an aid to assessing arch hypoplasia. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007;29(6):628-633.
37. Schneider C, McCrindle BW, Carvalho JS, Hornberger LK, McCarthy KP, Daubeney PEF. Development of Z-scores for fetal cardiac dimensions from echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005;26(6):599-605.
38. Moreira W, Bastardo C, Brito J, Rosales D. Flujo diastólico borrado o en reversa de la arteria umbilical fetal y su relación con la morbi-mortalidad perinatal. *Rev Obstet Ginecol Venez.* 2014;74(2):78-86.
39. Cadavid M. Restricción del crecimiento intrauterino: hallazgos al doppler. [Trabajo Especial de Grado]. Caracas (DC): Universidad Central de Venezuela; 2018.
40. Gómez J, Vallejo C, Sierra K, Cabrera C. Diagnóstico ecográfico de los defectos fetales del canal aurículoventricular. *Rev Latin Perinat.* 2019;22(1):63-67.
41. Gómez I, Reina J, Sarmiento C, Gómez J, González M, Cabrera C. Índice de función miocárdica fetal en hijos de madres con diabetes mellitus pregestacional. *Rev Latin Perinat.* 2020;23(1):33.
42. Leal L, Alcalá O, Salazar J, Rivero A. Nomograma de la excursión sistólica anular atrioventricular. *Rev Latin Perinat.* 2021;24(1):25-40.
43. Salas G, Narváez T, González M. Índice de rendimiento miocárdico fetal en hijos de madres con preeclampsia. *Rev Latin Perinat.* 2021;24(1):41-48.
44. Neuta J, Salazar J, Salas G, Marchena M, Escudero P, Gómez J, Cabrera C. Diagnóstico ecográfico fetal de atresia tricúspidea asociada a hipoplasia de ventrículo derecho. *Rev Latin Perinat.* 2021;24(1):81-84.
45. Cadena L, Cabrera C, Gómez J, Cadena G, García F. Valoración *doppler* del crecimiento intrauterino restringido: comportamiento del índice de rendimiento miocárdico modificado. *Gac Méd Caracas.* 2022;130(1):53-65.
46. Rodríguez R. Crecimiento fetal restringido: valoración ecocardiográfica del llenado ventricular mediante el índice E/A [Trabajo Especial de Grado]. Caracas (DC): Universidad Central de Venezuela; 2022.

47. Galiffa D, Neuta J, Bracho M, Quevedo K, Gómez J, Cabrera C. Evaluación de la función cardíaca fetal mediante la determinación de la fracción de succión atrial izquierda en pacientes afectadas por diabetes pregestacional. *Rev Latin Perinat.* 2023;26(1):24-31.
48. 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.
49. Utrera M, Romero M, Gómez J, Figueredo C, Rodríguez Y, Quintero L. Crecimiento fetal restringido: evaluación del resultado perinatal mediante la onda de velocidad de flujo del istmo aórtico. *Rev Venez Ultrason Med.* 2024;NS4(2-3):54-65.
50. Robayo Y, Aular A, Hernández E, Sarmiento C, Gómez J, Cabrera-Lozada C. Diagnóstico prenatal de aneurisma de la vena de Galeno. *Rev Latin Perinat.* 2024;27(1):75-86.
51. Girón M, Rivero A, Romero M, Mora A, Gómez J, Cabrera-Lozada C. Diagnóstico ecográfico prenatal de la dextroposición de grandes arterias en asociación a estenosis pulmonar. *Rev Latin Perinat.* 2024;27(3):285-294.
- 52.. Blanco N, Jaramillo J, Cadena LF, Gómez-Marín J, Cabrera-Lozada C. Excursión sistólica tricúspide y mitral en la restricción de crecimiento fetal. *Rev Latin Perinat.* 2024;27(4):385-400.
53. Quintero-Molina LG, Sarmiento-Guzman C, Gómez-Marín JV, Cabrera-Lozada CR, Faneite-Antique PJ. Utilidad en la detección de remodelado cardíaco del grosor del septo interventricular fetal: nomograma por percentiles. *Gac Med Caracas.* 2025;133(1):145-156.
54. Soto J. Función cardíaca fetal: evaluación mediante el índice de rendimiento ventricular en pacientes con preeclampsia [Trabajo Especial de Grado]. Caracas (DC): Universidad Central de Venezuela; 2024.
55. Blanco-Ramírez N, Malavé-Palacios J, Cadena-León L, Gómez-Marín J, Cabrera-Lozada. Evaluación del flujo hemodinámico en el istmo aórtico, como predictor temprano de evolución perinatal adversa. *Rev Latin Perinat.* 2025;28(1):25-42.
56. Arismendi N, Alfonzo R, Sarmiento C, Gómez J, Cabrera-Lozada C. Nomograma del índice de rendimiento miocárdico fetal izquierdo modificado. *Rev Latin Perinat.* 2025;28(1):49-62.
57. Romero-Rincones J, Cadena-León LF, Gómez-Marín J, Cabrera-Lozada CR. Comportamiento del índice de esfericidad global en la restricción de crecimiento fetal. *Rev Latin Perinat.* 2025;28(4):359-372.
58. Gómez-Marín JV, Guevara M, Palacios Y, Noguera L, Mendoza L, Cabrera-Lozada CR. Premisas emergentes en evaluación de corazón fetal: banda miocárdica helicoidal y fulcro cardíaco. En: Urbina-Medina H, Soyano A, editores. Colección Razetti. Volumen XXXII. Caracas: Editorial Ateproca; 2025.p.62-88.
59. Gómez-Marín JV, Guevara M, Noguera L, Mendoza L, Palacios Y, Cabrera-Lozada CR. Evaluación del corazón fetal en el primer trimestre: estado del arte. En: Urbina-Medina H, Soyano A, editores. Colección Razetti. Volumen XXXII. Caracas: Editorial Ateproca; 2025.p.179-208.
60. Contreras J, Rivero A, Romero M. Tumores cardíacos, cardiomiopatías e insuficiencia cardíaca congestiva fetal. Programa de Especialización en Medicina Materno Fetal, Sede Maternidad "Concepción Palacios". Caracas (Distrito Capital): Universidad Central de Venezuela; 2025.
61. Yoo SJ, Lee YH, Kim ES, Ryu HM, Kim MY, Choi HK, et al. Three-vessel view of the fetal upper mediastinum: an easy means of detecting abnormalities of the ventricular outflow tracts and great arteries during obstetric screening. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1997;9(3):173-182.
62. Drose J. Exploración: indicaciones y técnica. En: Drose J, editor. Ecocardiografía fetal. 2ª edición. Caracas: Editorial Amolca; 2011.p.52-72.
63. Curran M. Fetal Echocardiogram Z Score Calculator. Caguas, Puerto Rico: Perinatology.com 2025. Disponible en: <https://www.perinatology.com/calculators/Fetal%20Echocardiogram%20Z%20Score%20Calculator.html>.
64. Mena R, Sarmiento C, Rivero A, Romero M, González-Blanco M. Malformaciones congénitas diagnosticadas en el servicio de medicina materno-fetal de la Maternidad "Concepción Palacios". *Rev Obstet Ginecol Venez.* 2024;84(3):235-249.
65. Figueredo C, Sarmiento C, Gómez J, Utrera M, Rodríguez Y, Quintero L. Nomograma del diámetro anteroposterior del timo fetal y la relación timo-torácica. *Rev Venez Ultrason Med.* 2024;NS4(1):8-18.
66. Kiserud T, Ebbing C, Kessler J, Rasmussen S. Fetal cardiac output, distribution to the placenta and impact of placental compromise. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;28(2):126-136.
67. Torrent-Guasp F, Kocica M, Corno A, Komeda M, Cox J, Flotats A, et al. Systolic ventricular filling. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004;25(3):376-386.
68. Torrent-Guasp F, Kocica M, Corno A, Komeda M, Carreras F, Flotats A, et al. Towards new understanding of the heart structure and function. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2005;27(2):191-201.
69. Sosa-Olavarría A, Pérez-Canto A. Banda miocárdica helicoidal en el corazón fetal. Ciudad de México, México: Xdoc.mx 2022. Disponible en: <https://xdoc.mx/preview/1-banda-miocardica-helicoidal-en-el-corazon-5e1638a0a6e94>.
- 70.. Borges-Peixoto A, Bravo-Valenzuela NJ, Alves-Rocha L, Araujo-Júnior E. Spectral Doppler, tissue

- Doppler, and speckle-tracking echocardiography for the evaluation of fetal cardiac function: an update. *Radiol Bras.* 2021;54(2):99-106.
71. Tsokkou S, Konstantinidis I, Matsas A, Karopoulou E, Papamitsou T. Doppler Evaluation of Fetal Cardiac Function in Gestational Diabetes Mellitus: A Scoping Review Providing Insights into Hemodynamic and Structural Alterations. *J Clin Med.* 2025;14(16):5622.
 72. Trainini J, Wernicke M, Beraudo M, Cohen M, Trainini A, Bastarrica ME, et al. El fulcro cardíaco y su relación con el nódulo auriculoventricular. *Rev Argent Cardiol.* 2023;91(6):449-455.
 73. Trainini J, Lowenstein J, Trainini A, Beraudo M, Wernicke M, Haber-Lowenstein D, et al. El corazón helicoidal y su implicación en la consecuente disposición anatómica espacial de sus cámaras. *Rev. Argent. Cardiol.* 2022;90(6):469-472.
 74. Trainini J, Beraudo M, Wernicke M, Trainini A, Haber-Lowenstein D, Bastarrica ME, et al. El soporte del miocardio. *Rev Argent Cardiol.* 2021;89(3) 225-231.
 75. Fouron JC. The unrecognized physiological and clinical significance of the fetal aortic isthmus. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003;22:441-447.
 76. Del Río M, Martínez JM, Figueras F, López M, M Palacio M, Gómez O, et al. Reference ranges for Doppler parameters of the fetal aortic isthmus during the second half of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;28(1):71-76.
 77. Kessler J, Rasmussen S, Hanson M, Kiserud T. Longitudinal reference ranges for ductus venosus flow velocities and waveform Indices. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;28(7):890-898.
 78. Mielke G, Benda N. Blood flow velocity waveforms of the fetal pulmonary artery and the ductus arteriosus: reference ranges from 13 weeks to term. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2000;15(3):213-218.
 79. Stampalija T, Lees C, Ghi T, Cornette J, Gyselaers W, Ferrazzi E, Mousa T, et al. ISUOG Consensus Statement on maternal hemodynamic assessment in hypertensive disorders of pregnancy and fetal growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2025;66(5):681-696.
 80. DeVore GR, Polanco B. Assessing maternal cardiac function by obstetricians: Technique and reference ranges. *Am J Obstet Gynecol.* 2023;229(2):155.e1-155.e18.
 81. Griffiths SE, Waight G, Dennis AT. Focused transthoracic echocardiography in obstetrics. *BJA Educ.* 2018;18(9):271-276.
 82. Bracho M, Galiffa D, Salazar J. Diagnóstico ecográfico de malposición de los grandes vasos tipo Taussing-Bing. *Rev Latin Perinat.* 2021;24(1):77-80.
 83. Jaramillo J, Noguera L, Romero M, Cabrera C, Gómez J, Faneite P. Esclerosis tuberosa cardíaca fetal: diagnóstico antenatal de un caso. *Gac Méd Caracas.* 2022;130(2):421-428.
 84. Jaramillo-Díaz J, Noguera L, Romero M, Bauer E, Cabrera C. Diagnóstico ecográfico prenatal de hamartoma cardíaco y su relación con la esclerosis tuberosa. *Rev Latin Perinat.* 2022;25(2):157-162.
 85. Sierra K, Gómez J, Dorta C, Escudero P, Granja E. Diagnóstico ecográfico prenatal de hipoplasia de ventrículo derecho por atresia tricuspídea. *Rev Latin Perinat.* 2021;24(3):239-245.
 86. Mora A, Escudero P, Gómez-Marín J, Cabrera-Lozada C, Faneite-Antique P. Trastornos hipertensivos del embarazo: índice de pulsatilidad de la arteria hepática fetal. *Gac Méd Caracas.* 2024;132(2):393-408.
 87. Colmenares M, Noguera L, Larrazábal N, Amundaray R, Navas L, Unshelm P, et al. Diagnóstico prenatal de derivación portosistémica intrahepática congénita: Reporte de un caso. *Rev Venez Ultrason Med.* 2024;NS4(1):32-39.
 88. Amundaray R, Colmenares M, Larrazábal N, Navas L, Cabrera E. Anomalía de Uhl: correlación de hallazgos ecográficos prenatales y posnatales. *Rev Venez Ultrason Med.* 2022;NS2(3):184-189.
 89. Fins JJ, Dr. Edmund D, Pellegrino. Asociación Trans Am Clin Climatol. 2015; 126:cii-cix. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4530700/>.