Martín Piñate F, Cabrera-Lozada C. Editores. Colección Razetti Volumen XXXVII. Caracas: Editorial ANM; 2026. p.199-221
DOI: 10.59542/CRANM.2026.XXXVII.11

Capítulo 10

Ultrasonido Cardiaco Materno en Sitio de Cuidado: Paradigma Creciente en Cuidado Perinatal

Dres. Michelle Oliangel Duarte Herrera[1], Marielys Andreína Colmenares Camacho[2], Carmen Cruz Sarmiento Guzmán[3], Luisa López Pérez[4], Jeiv Vicente Gómez Marín[5], Carlos Ramón Cabrera Lozada[6]

RESUMEN

El ultrasonido en el punto/sitio de cuidado (POCUS por sus siglas en inglés) cardíaco materno es un paradigma creciente en el cuidado perinatal de la gestante con patología cardiopulmonar. Se realizó revisión narrativa de la literatura con evidencia de su utilidad por parte del equipo de salud perinatal y experiencia preliminar en la Unidad de Ecografía del Servicio de Medicina Materno Fetal, de la Maternidad "Concepción Palacios", ubicada en Caracas, Distrito Capital, en el manejo inicial de emergencias obstétricas y hospitalización en cuidados intermedios y obstetricia crítica. Es especialmente útil en la evaluación de modificaciones hemodinámicas en estados hipertensivos del embarazo/crecimiento fetal restringido, descarte de miocardiopatías (incluyendo miocardiopatía periparto), tromboembolismo

1. *Especialista en obstetricia y ginecología. Médico Residente del Curso de Perfeccionamiento Profesional en Medicina Perinatal. Universidad Central de Venezuela.10 ORCID: 0009-0008-3307-2058.*
2. *Especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Médico Especialista Adjunto del Servicio de Medicina Materno Fetal. Maternidad "Concepción Palacios" ORCID: 0000-0002-4635-9401.*
3. *Especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Coordinadora del Curso de Perfeccionamiento Profesional en Medicina Perinatal. Universidad Central de Venezuela. ORCID: 0009-0000-4004-2430.*
4. *Especialista en obstetricia y ginecología. Universidad Central de Venezuela. ORCID: 0000-0002-1208-522X.*
5. *Ph. D en ciencias de la salud, M. Sc. en bioética, especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Coordinador de investigación del Programa de Especialización en Medicina Materno Fetal. Universidad Central de Venezuela. ORCID: 0000-0003-4833-5160.*
6. *Ph. D en ciencias de la salud, M. Sc. en bioética, especialista en obstetricia y ginecología, medicina materno fetal. Director Fundador Emérito del Programa de Especialización en Medicina Materno Fetal. Universidad Central de Venezuela. Individuo de Número, Sillón VII, Academia Nacional de Medicina de Venezuela. ORCID: 0000-0002-3133-5183.*

pulmonar, taponamiento cardíaco, pericarditis, cardiopatía isquémica, masas/trombos intracavitarios, hipertensión pulmonar, patología valvular, evaluación de respuesta a fluidoterapia e inotrópicos/vasopresores, mediante la aplicación de las vistas básicas y extendidas del protocolo *Focus Assessed Transthoracic Echo* (FATE). El abordaje supraesternal mediante *doppler* continuo o pulsado de la aorta descendente materna, aporta información valiosa sobre la precarga, poscarga, contractilidad y gasto cardíaco.

Palabras clave: ultrasonido materno cardíaco, sitio de cuidado, ecocardiografía materna.

ABSTRACT

Maternal point-of-care cardiac ultrasound (POCUS) is a growing paradigm in the perinatal care of pregnant women with cardiopulmonary pathology. A narrative review of the literature was performed, with evidence in support of its usefulness to the perinatal health team and with positive preliminary experience in the Ultrasound Unit of the Maternal Fetal Medicine Service at the "Concepción Palacios" Maternity Hospital, located in Caracas, Capital District, in the initial management of obstetric emergencies and hospitalization in intermediate care and critical obstetrics. It is especially useful in the evaluation of hemodynamic modifications in hypertensive states of pregnancy/fetal growth restriction, as well as ruling out cardiomyopathies (including peripartum cardiomyopathy), pulmonary thromboembolism, cardiac tamponade, pericarditis, ischemic heart disease, intracavitary masses/thrombi, pulmonary hypertension, valvular pathology, and the evaluation of response to fluid therapy and inotropes/vasopressors through the application of the basic and extended views of the Focus Assessed Transthoracic Echo (FATE) protocol. The suprasternal approach using continuous or pulsed wave Doppler of the maternal descending aorta provides valuable information regarding preload, afterload, contractility, and cardiac output.

Key words: maternal cardiac ultrasound, point of care, maternal echocardiography.

INTRODUCCIÓN

En la atención en cuidados intermedios y obstetricia crítica por parte del equipo de salud perinatal, ha cobrado relevancia en la última década el ultrasonido en el punto o sitio de cuidado o atención (POCUS, por sus siglas en inglés) (1-6). Como dijo Pellegrino (7), 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, pionero en este campo del arte y parte médico del POCUS realizado por el equipo de

salud perinatal en Venezuela ha sido el programa de especialización en medicina materno fetal (MMF) de la Coordinación de Estudios de Postgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela (CEPGFM-UCV), con sede en la Maternidad "Concepción Palacios" (MCP), ubicada en Caracas, Distrito Capital, reconocido como el posgrado clínico con mayor número de publicaciones en la última década de la CEPGFM-UCV (1, 4). El POCUS forma parte de las líneas de investigación de este programa desde los tiempos de las tres primeras cohortes universitarias de MMF en el año 2015 (1, 4-6).

En la actividad asistencial, docente, de investigación y divulgación en POCUS intraparto, abdominal-pélvico, pulmonar, oftálmico, vascular carotídeo y de miembros inferiores, y transcraneal por parte del equipo de salud perinatal en la experiencia de docentes y egresados del programa de especialización y el curso de ampliación en MMF (actualmente curso de perfeccionamiento profesional en medicina perinatal) con sede en MCP, ha destacado históricamente la acción de Wladimir Moreira, Luannys Rivera, Alexandra Rivero, Jesús Veroes, Marielys Colmenares, Rocnell Amundaray, Yanine Palacios, Luisauri Noguera, Jeiv Gómez, Jesús Cortez, Carla Vallejo, Carmen Sarmiento, Carlos Lugo, Stefanía Robles y Marvina Romero, con el soporte docente y gremial-administrativo institucional de Luis Cadena León y Carlos Cabrera Lozada, con investigaciones en curso en POCUS cardíaco (1-6, 8).

Ya es aceptado por la comunidad médica global representada a través de grandes sociedades científicas como el Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos (ACOG por sus siglas en inglés), la Sociedad Europea de Cardiología (ESC por sus siglas en inglés), la Sociedad Americana de Ecocardiografía (ASE por sus siglas en inglés) y la Sociedad Internacional de Ultrasonido en Obstetricia y Ginecología (ISUOG por sus siglas en inglés) que el éxito de la placentación (cambios vasculares asociados al trofoblasto en el embarazo) depende de una adecuada adaptación hemodinámica materna, que se caracteriza por un aumento en el gasto cardíaco y una disminución de la resistencia vascular periférica, por lo que se está incluyendo el uso de POCUS cardíaco cada vez más en la actividad asistencial e investigativa sobre el éxito de la placentación en la gestación así como en la atención de la enfermedad cardiopulmonar materna en la gestante (9-12).

En el primer trimestre del embarazo ocurre una vasodilatación sistémica impulsada por el óxido nítrico y la relajación del músculo liso vascular debido a la acción hormonal, específicamente de la progesterona. La vasodilatación sistémica disminuye la impedancia vascular, con disminución de la resistencia vascular periférica o sistémica (RVS), desencadenando un incremento compensatorio del volumen/latido o volumen sistólico (VS) y un descenso de la tensión arterial media (TAM), adicional al aumento del gasto cardíaco (GC) cuando estos cambios no se dan patologías asociadas a la mala placentación, como los estados hipertensivos

del embarazo (EHE) y el crecimiento fetal restringido (CFR) aumentan su riesgo de aparición en la gestación (9-16).

El POCUS ha emergido como un nuevo paradigma más allá de los cuatro elementos convencionales del examen físico (observación/inspección, palpación, percusión y auscultación), como un quinto elemento a establecer en la atención rutinaria de emergencias en la gestación, más allá de ciertas barreras en su difusión e implementación universal. El uso de POCUS cardíaco ha emergido como un nuevo paradigma en la atención de la gestante que acude a la emergencia obstétrica, o es ingresada en cuidados intermedios u obstetricia crítica (17-24).

Por ello, se realizó la presente revisión narrativa con la finalidad de analizar los aspectos principales del uso del POCUS cardíaco materno en cuidado perinatal. Se procedió a realizar 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 el tema. 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, Research Gate, Scopus y Elsevier. Los términos utilizados fueron: "Ultrasonido Cardíaco Materno en Sitio de Cuidado" y "Ecocardiografía Materna".

DESARROLLO

La evaluación del POCUS cardíaco materno, representando una alternativa a la ecocardiografía transtorácica convencional para la detección de cardiopatía estructural y/o funcional en mujeres embarazadas asintomáticas, especialmente en entornos con recursos limitados. La implementación del POCUS cardiaco materno realizado por médicos especialistas en obstetricia y ginecología y/o MMF en embarazos de alto riesgo, como en casos de EHE con criterios de hospitalización o sospecha clínica de enfermedad cardiopulmonar en la gestante, permite descartar complicaciones urgentes como la insuficiencia cardíaca, pericarditis, miocardiopatía periparto (MP), taponamiento cardíaco (TC) y el tromboembolismo pulmonar (TEP), así como da información clave como establecer esquemas de hidratación parenteral preventivo en casos de sobrecarca hídrica o sospecha de fenotipos restrictivos en enfermedad cardiopulmonar concurrente a la gestación y/o EHE/CFR (9-14, 17, 25-29).

El uso del POCUS cardíaco por el equipo perinatal disminuyó el tiempo para el diagnóstico de patologías críticas, como MC, TC y TEP, en comparación con el tiempo de espera de la interconsulta a cardiología (9-13, 16, 24-28).

Durante el cuidado prenatal de la gestante, las modificaciones hemodinámicas maternas desempeñan un papel fundamental en el curso de la gestación; de hecho, diversos síndromes obstétricos (como los EHE y el CFR) derivan de una mala

adaptación vascular/placentación. Las modificaciones gravídicas cardiovasculares durante los tres trimestres del embarazo son complejas y, cuando no se desarrollan de manera adecuada, predisponen a complicaciones críticas, con impacto directo en el aumento de resultados perinatales adversos maternos y fetales-neonatales (9-20).

Estos cambios se manifiestan desde el primer trimestre y se caracterizan por el incremento del GC y del VS, en coexistencia con una marcada reducción de la RVS. Al comparar las posiciones supina y en decúbito lateral izquierdo (con o sin cuña), concluyeron que el cambio posicional no modificaba significativamente los valores dinámicos, aportando únicamente mayor comodidad a la embarazada (9-20).

La introducción de la ecocardiografía en modo M durante las décadas de 1960 y 1970 proporcionó una herramienta no invasiva y reproducible. Actualmente, una evaluación ecocardiográfica completa integra el registro en modo M, modo B y el análisis *doppler* de ondas de velocidad de flujo, bien sea con *doppler* continuo o pulsado, o de forma más especializada *doppler* tisular. Las dos primeras modalidades permiten delimitar con precisión los diámetros de las cavidades cardíacas, el grosor y la cinética de sus paredes, la amplitud valvular y la secuencia anatómica de los segmentos cardiovasculares (9-20).

Desde el punto de vista funcional, el GC representa el volumen de sangre eyectado por el corazón en un minuto, por lo que es el parámetro que refleja el flujo sanguíneo de la bomba cardíaca, y se calcula multiplicando la frecuencia cardíaca (FC) por el VS. Ante un aumento de la demanda metabólica, el sistema nervioso autónomo regula el GC mediante variaciones sincrónicas de la FC y del VS, este último entendido como la diferencia entre los volúmenes telediastólico y telesistólico ventriculares, cuyo valor basal en adultos en reposo promedia los 70 ml (9-20). Por su parte, la RVS representa la oposición al flujo sanguíneo tisular y depende del calibre, longitud y viscosidad vascular; un incremento en estos últimos factores eleva la resistencia al flujo (9-20).

Por otra parte, la masa ventricular izquierda, estimable por ecografía (mediante fórmulas que la calculan a partir del diámetro telediastólico ventricular, el grosor del *septum* interventricular y el grosor de la pared ventricular libre) y estrechamente ligada a la superficie corporal, posee un alto valor clínico para la estratificación del riesgo cardiovascular y la muerte súbita (9-20). Fisiológicamente, estos parámetros determinan la precarga —el volumen de llenado ventricular al final de la diástole— y la poscarga, que constituye la tensión parietal que debe vencer el miocardio para la eyección sanguínea, fuertemente influenciada por la RVS (9-20).

Cuando estos mecanismos compensatorios fracasan, se instaura la disfunción cardíaca, definida como la incapacidad del corazón para satisfacer las demandas de oxígeno tisular. Esta alteración puede comprometer de forma aislada o bilateral los ejes derecho e izquierdo. A nivel miocárdico, se manifiesta bajo dos vertientes

principales: la disfunción sistólica (insuficiencia cardíaca con fracción de eyección reducida), caracterizada por un déficit de contractilidad (fuerza de contracción miocárdica), y la disfunción diastólica (insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada), determinada por la rigidez miocárdica que impide un llenado ventricular óptimo. Es clínicamente relevante destacar que estas afecciones suelen tener una evolución solapada y cursar de forma asintomática durante periodos prolongados o confundirse con "molestias" asociadas a las modificaciones gravídicas cardiovasculares (9-20).

Esta dualidad fisiopatológica se evidencia claramente en la clasificación contemporánea de la preeclampsia y su consideración en fenotipos. La preeclampsia tipo I, o de inicio temprano (diagnóstico antes de las 34 semanas frecuentemente), tiene su origen en una placentación defectuosa que impide la adecuada remodelación de las arterias espirales. Esto genera un severo estrés oxidativo placentario con la consecuente elevación de la tirosina quinasa 1 soluble similar a fms (sFlt-1) y la disminución del factor de crecimiento placentario (PIGF), perfil angiogénico que suele asociarse a CFR, el cociente sFlt-1/PIGF (2).

En contraste, la preeclampsia tipo II, o de inicio tardío (posterior a las 34 semanas frecuentemente), obedece a una mala adaptación vascular materna frente al estrés metabólico y cardiovascular de la gestación avanzada. Este fenotipo suele presentarse en pacientes con factores predisponentes como síndrome metabólico, hipertensión crónica o diabetes. En la preeclampsia tipo II, el perfil cardíaco muestra un GC normal o aumentado, un VS preservado y una RVS que fluctúa entre la normalidad y la elevación, acompañados frecuentemente de un incremento de la masa ventricular debido a un remodelado concéntrico previo (2).

Ante este panorama, la evaluación de función cardiovascular materna, históricamente delegada de forma exclusiva al servicio de cardiología, emerge hoy como una competencia lógica para el especialista en obstetricia y ginecología y/o MMF, quien ya domina los principios ecográficos aplicados al corazón fetal. La incorporación de la hemodinámica materna (precarga, poscarga, contractilidad y GC) como herramienta estándar en la práctica obstétrica es viable y costo-efectiva, dado que no requiere equipamiento sofisticado (2, 9-21).

Puede ejecutarse mediante los transductores estándar de los ecógrafos de diagnóstico fetal convencionales, utilizando la ventana supraesternal (a nivel de la escotadura supraesternal) para la evaluación de la aorta materna descendente. Esta aproximación busca optimizar el diagnóstico oportuno y el manejo guiado por objetivos hemodinámicos de las complicaciones vasculares del embarazo, transformando el abordaje de los EHE y el CFR (17).

Para la evaluación funcional a la cabecera de la gestante, la metodología ecocardiográfica *doppler* propuesta por DeVore y Polanco (17), proporciona un marco de referencia cuantitativo invaluable con un tiempo promedio de

evaluación supraesternal de la aorta descendente menor a dos minutos. Este protocolo permite la monitorización precisa de los estados de precarga, poscarga, contractilidad miocárdica y GC, a través de constantes fisiológicas estandarizadas para el segundo y tercer trimestre, a partir de introducir en calculadoras respectivas la talla materna, peso materno, TAM (o en su defecto introducir tensión arterial sistólica y diastólica), integral velocidad/tiempo aórtica (VTI por sus siglas en inglés), tiempo de eyección (TE) aórtico, gradiente de presión media aórtico, FC, y diámetro aórtico (AoD por sus siglas en inglés), con indicadores como la velocidad pico aórtica sistólica y la velocidad media aórtica que se utilizan en varios cálculos de funcionalismo como, por ejemplo en relación a inotropismo (Tablas 1 y 2) (17, 30).

El análisis crítico con comprensión hermenéutica de la literatura contemporánea en cardio-obstetricia, y la atención del equipo de salud perinatal de las patologías cardiopulmonares de la gestante, permiten establecer que el valor del POCUS cardíaco y pulmonar en la obstetricia contemporánea radica en su capacidad para diferenciar de forma rápida y confiable en el personal entrenado, las etiologías subyacentes a un estado crítico materno (18-32).

La sistematización de los hallazgos ecográficos clave permite descartar con alta sensibilidad patologías de elevada morbimortalidad, incluyendo además de la evaluación de funcionalismo cardíaco supraesternal de la aorta descendente anteriormente mencionada (16), las ventanas: apical (A4C) y subcostal (SC), del eje largo paraesternal (PLAX), eje corto paraesternal (PSAX) y la ventana de la vena cava inferior (VCI) que se han podido reproducir con éxito en la Unidad de Ecocardiografía del Servicio de MMF de MCP (2, 5, 6), incluyendo la determinación de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) que debe ser igual o mayor a 50 % en su evaluación en 2 planos (telediastólico y telesistólico) en la ventana A4C por técnica de Simpson, los diámetros diastólicos y sistólicos y áreas ventriculares derecha (VD) e izquierda (VI) y atriales derecha (AD) e izquierda (AI), y sus paredes ventricular libres y del *septum* interventricular, con cálculo del grosor parietal relativo con punto de corte de 0,42 que según su valor y asociación a masa ventricular normal o aumentada, permite establecer si hay una geometría normal, remodelado concéntrico, hipertrofia concéntrica o hipertrofia excéntrica según la ECS (Tabla 3 y Figuras 1 a 6) (18-32).

Actualmente está en desarrollo en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP, la curva de aprendizaje sistematizado de médicos especialistas y residentes de las 5 vistas básicas en 4 posiciones (4 cámaras SC, A4C, PLAX, PSAX y escaneo pleural) y las 6 vistas extendidas en 3 posiciones (VCI SC, 2 cámaras apical, eje largo apical, 5 cámaras apical, paraesternal eje corto plano mitral, paraesternal eje corto plano aorta) del protocolo del *Focus Assessed Transthoracic Echo* (FATE), ya descrito con éxito en anestesiología (Figuras 7 y 8) (23), para evaluación de

Tabla 1.

Parámetros clínicos/ecográficos utilizados en el abordaje supraesternal de ultrasonido *doppler* continuo o pulsado materno de la aorta descendente materna (17)

Parámetro Clínico / Ecográfico	Definición Técnica	Fórmula de cálculo / Medición
Superficie Corporal (BSA por sus siglas en inglés)	Área de superficie corporal total (m^2).	Raíz cuadrada de: [Peso (kg) × Talla (cm) / 3600] (Fórmula de Mosteller)
Tensión Arterial Media (TAM)	Tensión arterial promedio durante un ciclo cardíaco completo (mm Hg).	[Tensión Arterial Sistólica + 2 x (Tensión Arterial Distólica] / 3
Diámetro Aórtico (AoD por sus siglas en inglés)	Diámetro en fin de sístole de la Aorta (cm).	Obtenido en fin de sístole mediante ventana supraesternal en la unión de la arteria subclavia izquierda y la aorta descendente.
Integral Velocidad-tiempo (VTI por sus siglas en inglés)	Distancia lineal (cm) que recorre la columna hemática por latido.	Área bajo la curva espectral sistólica aórtica obtenida mediante la velocimetría *doppler* de la onda de velocidad de flujo de la aorta descendente.
Frecuencia Cardíaca (FC)	Ciclos mecánicos cardíacos por minuto (lpm).	Obtenida mediante la medición entre ciclos cardíacos de las ondas de velocidad de flujo *doppler* de la aorta descendente.
Tiempo de Eyección (TE)	Duración temporal neta de la sístole mecánica eyectiva (ms).	Intervalo de tiempo entre la apertura y cierre de la válvula aórtica mediante la velocimetría *doppler* de la onda de velocidad de flujo de la aorta descendente.
Gradiente de presión medio aórtico	Presión arterial promedio aórtica durante un ciclo cardíaco (mm Hg)	Obtenido mediante la velocimetría *doppler* de la onda de velocidad de flujo de la aorta descendente.

Tabla 2.

Parámetros cardiovasculares funcionales en la gestante entre las 11 y 39 semanas de edad gestacional, mediante evaluación *doppler* pulsado y continuo supraesternal de la aorta descendente materna (17)

Dominio Funcional	Parámetro Cardiovascular	Abreviatura / Fórmula	Promedio y desviación estándar en *doppler* pulsado	Promedio y desviación estándar en *doppler* continuo	Significado Fisiopatológico
Precarga	Volumen sistólico o latido (mL)	VS = $3.14 \times VTI \times (AoD/2)^2$	66 ± 20	72 ± 23	Volumen sistólico eyectado por el hacia la circulación sistémica en cada ciclo cardíaco.
Precarga	Índice de volumen sistólico (SVI por sus siglas en inglés) (ml/m^2)	SVI = SV / BSA	37 ± 14	40 ± 15	Cuantificación del volumen latido, indexado según la superficie corporal.
Precarga	Índice de trabajo sistólico (SWI por sus siglas en inglés) ($g \cdot m/m^2$)	SWI= SVI x TAM x 0.0136	42 ± 21	47 ± 23	Cuantificación del trabajo mecánico que realiza el ventrículo en cada latido para bombear la sangre, indexado según la superficie corporal.
Poscarga	Resistencia vascular sistémica ($dynesxs/cm^5$)	RVS = (TAM /GC) × 80	1420 ± 489	1307 ± 580	Oposición friccional del lecho arterial sistémico al flujo del ventrículo izquierdo.
Poscarga	Razón de energía potencial a cinética (PKR por sus siglas en inglés)	PKR= energía cinética/ energía potencial Energía cinética (watts) = [VS x 10^{-6} x ρ x V^2 media] / [2 x TE] Energía potencial (watts) = [TAM x VS x 10^{-3}] / [7.5 x TE] ρ (densidad de la sangre en kg/m^3): habitualmente entre 1050-1060 kg/m^3 con valor estándar de 1055-1056 kg/m^3. Se calcula ρ a partir del valor de hemoglobina (Hb) en g/L donde ρ = 1027 + (0.2 x Hb) V (velocidad media aórtica en m/s) TE (tiempo eyectivo aórtico en ms)	38 ± 16	35 ± 14	Medición de impedancia arterial

Contractilidad	Inotropismo (watts)	Energía potencial + energía cinética Energía cinética (watts) = [VS x 10 -6 x ϱ x V2 media] / [2 x TE] Energía potencial (watts) = [TAM x VS x 10 -3] / [7.5 x TE] ρ (densidad de la sangre en kg/m^3): habitualmente entre 1050-1060 kg/m^3 con valor estándar de 1055-1056 kg/m^3. Se calcula ϱ a partir del valor de hemoglobina (Hb) en g/L donde ϱ = 1027 + (0.2 x Hb) V (velocidad media aórtica en m/s) TE (tiempo eyectivo aórtico en ms)	2.63 ± 1.17	2.71 ± 1.38	Fuerza de contractilidad miocárdica
Contractilidad	Índice de inotropismo de Smith–Madigan (watts/m^2)	Inotropismo total (Energía potencial + energía cinética) / BSA Energía cinética (watts) = [VS x 10 -6 x ϱ x V2 media] / [2 x TE] Energía potencial (watts) = [TAM x VS x 10 -3] / [7.5 x TE] ρ (densidad de la sangre en kg/m^3): habitualmente entre 1050-1060 kg/m^3. con valor estándar de 1055-1056 kg/m^3. Se calcula ϱ a partir del valor de hemoglobina (Hb) en g/L donde ϱ = 1027 + (0.2 x Hb) V (velocidad media aórtica en m/s) TE (tiempo eyectivo aórtico en ms)	1.46 ± 0.71	1.5 ± 0.81	Fuerza de contractilidad miocárdica indexada a área de superficie corporal
Flujo sanguíneo	Gasto cardíaco absoluto (L/min)	GC = (VS × FC) / 1000	5.27 ± 1.28	5.79 ± 1.89	Volumen sistólico eyectado por el hacia la circulación sistémica en un minuto.
Flujo sanguíneo	Índice de Gasto Cardíaco (L/min/m^2)	IGC = GC/BSA	2.93 ± 1.15	3.23 ± 1.27	Volumen sistólico eyectado por el hacia la circulación sistémica en un minuto, indexado al área de superficie corporal.

modificaciones hemodinámicas en EHE/CFR, descarte de miocardiopatías (incluyendo MP), TEP, TC, pericarditis, cardiopatía isquémica, masas/trombos intracavitarios, hipertensión pulmonar, patología valvular, evaluación de respuesta a fluidoterapia (especialmente en EHE, hemorragia obstétrica y sepsis) e inotrópicos/vasopresores, esperando que la implementación del protocolo FATE en el POCUS cardíaco materno mejore la calidad de la atención perinatal y con ello los resultados perinatales maternos y fetales-neonatales, con base a la revisión de la evidencia disponible sobre su utilidad clínica (5, 6, 9-40).

En el POCUS cardíaco materno se debe tomar en cuenta que en la gestación no cambian la FEVI, la fracción de acortamiento, la velocidad pico sistólica miocárdica, el cociente E/E´, la RVS y la tasa de deformación ventricular sistólica promedio. Aumentan la masa ventricular izquierda, el diámetro telediastólico del VI, el GC, el área diastólica y el volumen del VD, el volumen de AD y AI, las dimensiones de anillos valvulares y el VTI aórtico y pulmonar, mientras que en la gestación se pueden encontrar de forma fisiológica efusión pericárdica leve y pseudisquinesia, así como regurgitación tricúspide y pulmonar (31-40).

En la paciente gestante el POCUS cardíaco debiera incluir parámetros cualitativos y cuantitativos. Primeramente, en las distintas ventanas se evalúa la anatomía/morfología cardíaca para descartar miocardiopatías (periparto, dilatadas, hipertróficas, restrictivas o sin clasificar, como un ventrículo no compactado). La evaluación de la integridad en el movimiento de las válvulas cardíacas, es importante pues cambios en su ecogenicidad y motilidad indicar la presencia de estenosis o insuficiencia. El POCUS cardíaco materno debe incluir la evaluación de la FEVI biplanar, interpretando su valor con influencia de la precarga, poscarga y el uso de vasopresores e inotrópicos (34).

La relación VD/VI debe ser menor a 1.0 nunca debe exceder el tamaño del ventrículo izquierdo. La medición del desplazamiento sistólico del plano del anillo tricúspideo en modo M (TAPSE por sus siglas en inglés) o el cambio de área fraccional (FAC por sus siglas en inglés), son de gran utilidad (34).

Los cambios de ecogenicidad intracavitarios o masas ameritan descartar la endocarditis infecciosa, la presencia de tumores cardíacos, trombos y endocarditis trombótica no bacteriana. La disfunción valvular severa pulmonar aumenta el riesgo de hipertensión pulmonar tipo 2 o post-capilar y edema pulmonar cardiogénico (31-34).

El cálculo de las presiones de llenado del VI se obtiene mediante el cociente E/e', que es el cociente de la velocidad temprana pico del flujo transmitral (E) y la velocidad de relajación tisular temprana (e') utilizando *doppler* tisular (normal por debajo de 8). Un valor superior a 15 se considera un aumento significativo de la presión de llenado del VI. Cuando existe el riesgo de falla cardiaca con FEVI

Tabla 3.

Despistaje ecográfico rápido las principales patologías cardiovasculares maternas con repercusión perinatal mediante ultrasonido cardíaco y pulmonar en sitio de cuidado

Patología Cardiovascular Materna	Abordajes / Ventanas Ecográficas	Signos de Despistaje Ecográfico Cardíaco y Pulmonar	Implicación clínica
Miocardiopatía periparto	A4C, PLAX, PSAX, subcostal.	Dilatación global del ventrículo (incremento de diámetros sistólico y diastólicos ventriculares, así como del *septum* interventricular y el grosor de la pared ventricular libre); hipocinesia o acinesia global con caída severa de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo; vena cava inferior distendida y sin colapsabilidad inspiratoria. Presencia de líneas B pulmonares bilaterales.	Fallo mecánico sistólico severo con compromiso de la contractilidad miocárdica. Requiere un manejo minucioso de la precarga y poscarga mediante soporte inotrópico y diuréticos.
Estados Hipertensivos del Embarazo	PLAX, A4C, ventana de la vena cava inferior.	Remodelado adaptativo o hipertrofia concéntrica del VI (grosor septal o parietal ≥ 1.0 cm); dilatación de la aurícula izquierda; patrón *doppler* de disfunción diastólica (alteración en la relación E/A y elevación de la relación E/e'); preservación relativa de la función sistólica global.	Fenotipo hemodinámico restrictivo determinado por alta poscarga y severa vasoconstricción sistémica. Optimización terapéutica directa con bloqueantes de los canales de calcio.
Tromboembolismo pulmonar agudo	A4C, PSAX, ventana de la vena cava inferior.	Dilatación aguda de cavidades derechas (relación VD/VI > 1.0); signo de Mc Connell (acinesia de la pared libre del VD con conservación de la contractilidad apical); aplanamiento transitorio del *septum* interventricular en eje corto (patrón en D sístole); vena cava inferior pletórica.	Fallo ventricular derecho agudo (*cor pulmonale*) secundario a choque obstructivo. Alta sospecha etiológica de trombosis venosa profunda concomitante en miembros inferiores.
Valvulopatía mitral estenótica	PLAX, A4C.	Engrosamiento anatómico y fusión comisural de las valvas mitrales (deformidad en palo de hockey durante la diástole); dilatación significativa de la aurícula izquierda; signos indirectos de hipertensión pulmonar (hipertrofia y dilatación del VD).	Elevada vulnerabilidad al desarrollo de edema agudo de pulmón súbito ante incrementos discretos de la precarga, sobrecarga de volumen o episodios de taquicardia materna.
Taponamiento cardíaco	Subcostal, PLAX, A4C.	Espacio anecoico libre de ecos pericárdico; colapso telediastólico de la pared libre de la aurícula o del ventrículo derecho; vena cava inferior pletórica sin colapsabilidad inspiratoria.	Emergencia médica caracterizada por choque obstructivo. La compresión extrínseca restringe críticamente el llenado diastólico ventricular y abate el volumen latido.

Cardiopatía isquémica	PLAX, PSAX, A4C.	Trastornos segmentarios de la contractilidad parietal (hipocinesia o acinesia focal confinada a un territorio coronario específico); función sistólica global variable según la extensión de la isquemia.	Insuficiencia coronaria aguda que demanda correlación inmediata con la clínica de dolor torácico, elevación de troponinas seriadas y cambios electrocardiográficos.
Hipovolemia severa	PLAX, PSAX, ventana de la vena cava inferior.	Ventrículo izquierdo colapsado e hiperdinámico con signo de aproximación de los músculos papilares (*kissing heart*) en eje corto; vena cava inferior colapsada en espiración (< 1 cm) o con variabilidad inspiratoria > 50%.	Depleción crítica de la precarga por hemorragia obstétrica o deshidratación. Responde a la restitución volumétrica agresiva con cristaloides o hemoderivados.

Abreviaturas: PLAX: eje paraesternal largo; PSAX: eje paraesternal corto; A4C: apical cuatro cámaras; VI: ventrículo izquierdo; VD: ventrículo derecho; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo



Figura 1. Proyección subcostal de cuatro cámaras en modo bidimensional.



Figura 2. Proyección en eje corto paraesternal a nivel de los



Figura 3. Vista apical de 4 cámaras.



Figura 4. Vista paraesternal eje largo.

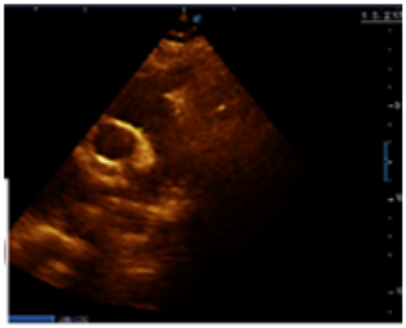


Figura 5 Captura bidimensional en color sepia, obtenida mediante abordaje supraesternal, que muestra la raíz de la aorta descendente con un diámetro de 2.17 cm.

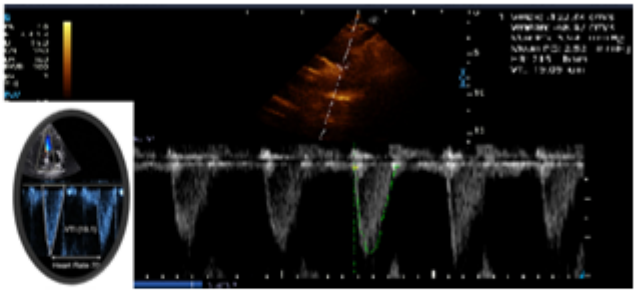


Figura 6. Trazado con *doppler* pulsado supraesternal de la aorta descendente materna; con medición de integral velocidad/riempo (VTI), velocidad pico sistólica aórtica y velocidad media aórtica, gradiente de presión aórtico y frecuencia cardíaca, parámetros determinantes para el cálculo de funcionalismo cardíaco materno.

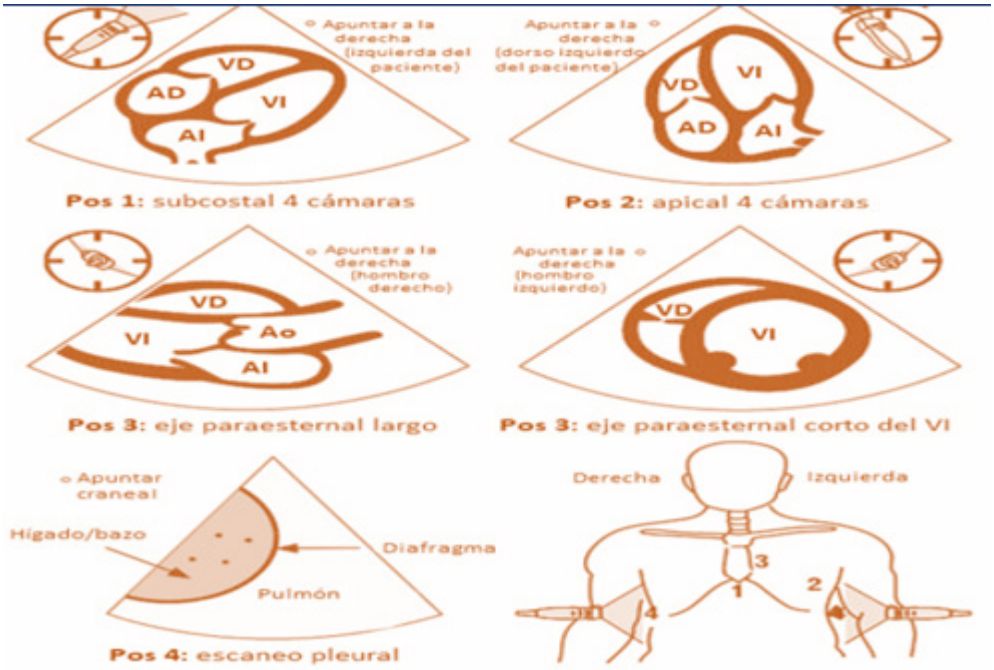


Figura 7. Vistas básicas del protocolo de *Focus Assessed Transthoracic Echo* (FATE)

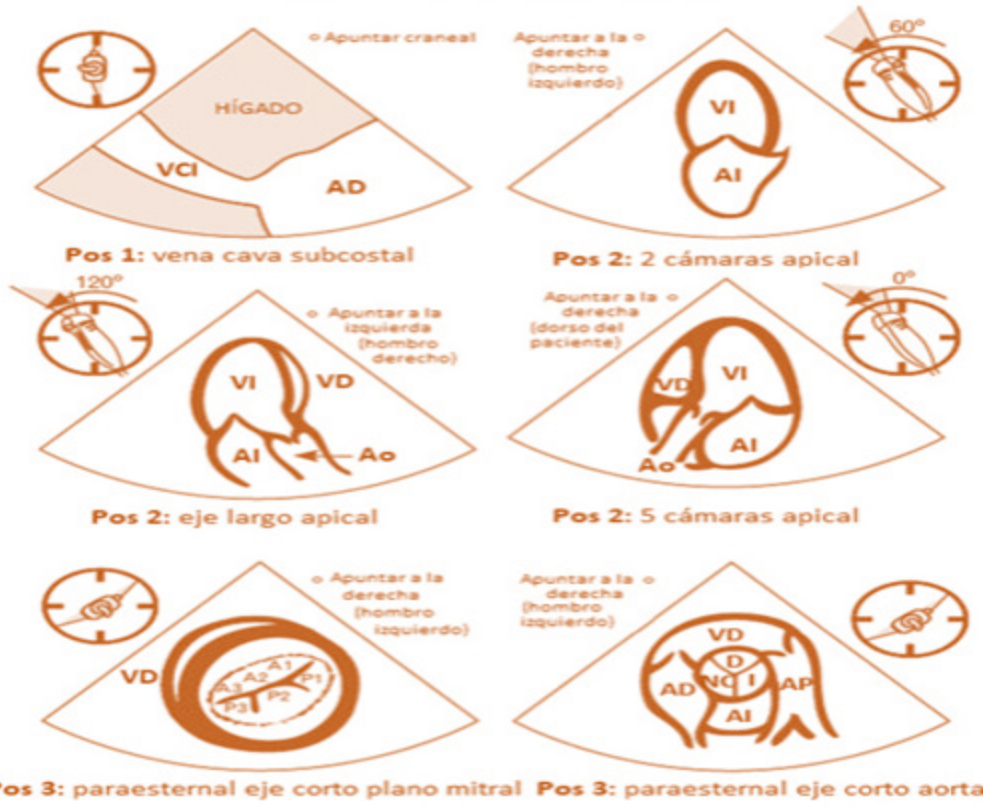


Figura 8. Vistas extendidas del protocolo de *Focus Assessed Transthoracic Echo* (FATE).

normal, como el caso de pacientes con edema pulmonar debido a preeclampsia con criterios de gravedad, entre otras situaciones, este parámetro es relevante (34).

La determinación de la VTI es un cálculo automático que implica calcular la distancia recorrida por una muestra de volumen sanguíneo dentro de un área transversal, durante un periodo de tiempo específico. La determinación de VTI además de su valoración supraesternal en la aorta descendente, es posible con *doppler* pulsado a nivel del tracto de salida del VI, en un plano apical de 5 cámaras. También se puede obtener a nivel del tracto de salida del VD del ventrículo derecho en un plano paraesternal de eje corto en posición aórtica. El VTI puede ser empleado como sustituto del gasto cardíaco. De esta manera, el POCUS cardiaco materno permite realizar un abordaje diagnóstico a un estado hiperdinámico o hipodinámico, así como monitorización de respuesta a fluidoterapia o uso de inotrópicos (34, 35).

La preeclampsia de fenotipo I puede tener GC disminuido, mientras que la de fenotipo II y la miocardiopatía séptica en la gestante pueden tener GC aumentado,

guiando las decisiones terapéuticas según hallazgos del GC en el POCUS cardíaco (2, 31-37).

La VCI bien sea evaluada en ventana subcostal o en la ventana transhepática en el cuadrante superior derecho abdominal es un parámetro legítimo para evaluar la hemodinamia y las fluctuaciones del volumen sanguíneo. Tradicionalmente, se ha definido la hipovolemia como un diámetro de la VCI menor a 1 cm y una vena colapsable con la inspiración mayor a 50%. En contraste, un diámetro de la IVC que supere los 2 cm y que no sea colapsable, pudiera ser indicativo de una elevada presión de la aurícula derecha, la cual, dependiendo del contexto clínico, pudiera ser el resultado de hipervolemia u otras condiciones, incluyendo falla cardiaca descompensada y trastornos cardiacos obstructivos, como el TC (31-40).

Otro signo que pudiera interpretarse como hipovolemia es el denominado "*kissing heart*". Se puede observar principalmente en la ventana PSAX, donde convergen los pilares de la válvula mitral, en relación a colapso del ventrículo izquierdo, causado por una presión de llenado insuficiente. Por lo tanto, el POCUS cardíaco puede proporcionar información clave utilizando abordajes sistemáticos en las gestantes con código rojo por hemorragias obstétricas y en código amarillo en gestantes con sepsis (31-40).

El POCUS cardiaco puede usarse para examinar a pacientes con antecedentes de hipertensión pulmonar. Estas alteraciones incluyen la valoración de la hipertrofia del VD y su espesor, el aplanamiento del *septum* interventricular, la determinación de insuficiencia significativa tricuspídea, la estimación del tamaño del AI, y en casos más avanzados, la determinación del índice E/e› (*doppler* tisular) y la velocidad pico a nivel del tracto de salida del VD, para establecer si la hipertensión pulmonar es pre-capilar (remodelado vascular pulmonar con aumento de resistencia vascular pulmonar) o post-capilar (incremento de presión venosa pulmonar en patologías de corazón izquierdo) (31-35).

Tomando en cuenta que la efusión pericárdica puede presentarse sin repercusión patoógica en la gestación, es necesario evaluar el espacio pericárdico para identificar derrames y su magnitud: si es leve (menor a 1 cm), grande (mayor a 2 cm), e incluso con efecto de taponamiento. Adicionalmente, es posible establecer la presencia de tabiques, detritos o septos secundarios a patologías crónicas con repercusión cardíaca (como las autoinmunes) o infecciosas (virales, bacterianas o fúngicas) (34).

La MP se caracteriza al POCUS cardíaco materno por disfunción ventricular izquierda grave, y la mayoría de las pacientes presentan una FEVI inferior a 35%. Los casos graves pueden cursar con choque cardiogénico y trombos intracavitarios, hallazgos similares se pueden encontrar en otras causas de miocardiopatía, tales como miocardiopatía secundaria al uso de quimioterapia (34).

El TEP puede presentarse en cualquier momento durante el embarazo. Cuando se sospecha un TEP, pueden detectarse los siguientes hallazgos ecográficos: dilatación ventricular derecha, aplanamiento del tabique interventricular y movimientos paradójicos (*Cor pulmonale*); en condiciones avanzadas, se evidencia el signo de Mc Connell, caracterizado por acinesia/hipocinesia de la pared libre del VD, con una contractilidad normal o hiperdinámica en el ápex/punta del VD. Más raramente se ha reportado dilatación de la arteria pulmonar y trombos en tránsito (31-36).

La embolia de líquido amniótico es una complicación poco frecuente del embarazo con una tasa de mortalidad superior al 50%. El POCUS cardíaco puede ser de utilidad en su diagnóstico diferencial con TEP y otras patologías cardiopulmonares con hallazgos de disfunción del VD, la dilatación del VD y movimientos sistólicos anormales (34). También puede ser de utilidad en la enfermedad coronaria el POCUS cardíaco al identificar con prontitud trastornos regionales de acinesia/hipocinesia de la pared libre ventricular indicativo del compromiso de un determinado territorio coronario (34).

La miocardiopatía hipertrófica en la gestante es de descartar en presencia de cambios electrocardiográficos y con engrosamiento anormal de la pared del ventrículo izquierdo, además de la identificación de una cavidad ventricular generalmente pequeña en el POCUS cardiaco, particularmente en ausencia de hipertensión, enfermedad valvular, o en gestante deportista de mediano/alto rendimiento. La FEVI típicamente es normal en pacientes con miocardiopatía hipertrófica; sin embargo, pudiera disminuir con el tiempo. Como complicación de esta patología con aporte invaluable del POCUS cardíaco, la valva anterior de la válvula mitral pudiera migrar y entrar en contacto con el *septum* interventricular debido a un engrosamiento atípico (efecto Venturi), con obstrucción del VI y desarrollar gradientes de alta presión en el tracto de salida del VI (34).

También es de considerar en el POCUS cardíaco materno la miocardiopatía no compactada o "miocardio esponjoso", evidenciando un ventrículo en "dos capas" con numerosas trabeculaciones internas (principalmente ápex y porción media ventricular), si bien es rara su presencia en la gestación (34).

El paradigma crítico-dialéctico que históricamente ha guiado al Programa de Especialización en MMF de la CEPGFM-UCV, con sede en MCP, bajo instancias de reflexión-acción-reflexión, buscando un cambio en la realidad comunicativa, tras un análisis crítico con comprensión hermenéutica de la revisión de la literatura realizada, permite establecer que la implementación del POCUS cardíaco materno bajo el protocolo FATE en sus vistas básicas y extendidas mejora la calidad de la atención perinatal en emergencias obstétricas, cuidados intermedios y obstetricia crítica especialmente en la evaluación de modificaciones hemodinámicas en EHE/CFR, descarte de miocardiopatías (incluyendo MP), TEP, TC, pericarditis,

cardiopatía isquémica, masas/trombos intracavitarios, hipertensión pulmonar, patología valvular, evaluación de respuesta a fluidoterapia (especialmente en EHE, hemorragia obstétrica y sepsis) e inotrópicos/vasopresores.

CONCLUSIONES

El POCUS cardíaco materno, más allá de ciertas barreras en su implementación, es un paradigma creciente en la atención perinatal en emergencias obstétricas, cuidados intermedios y obstetricia crítica especialmente en la evaluación de modificaciones hemodinámicas en EHE/CFR, descarte de miocardiopatías (incluyendo MP), TEP, TC, pericarditis, cardiopatía isquémica, masas/trombos intracavitarios, hipertensión pulmonar, patología valvular, evaluación de respuesta a fluidoterapia (especialmente en EHE, hemorragia obstétrica y sepsis) e inotrópicos/vasopresores.

La experiencia preliminar con las vistas básicas y extendidas del protocolo FATE, con investigaciones en curso actualmente, en la Unidad de Ecografía del Servicio de MMF de MCP, ha reproducido favorablemente y sustenta la premisa que la difusión de su uso en los especialistas en obstetricia y ginecología y en MMF, no solo es factible, permite la evaluación precoz de patologías cardiopulmonares en la gestación, mejorando la calidad de la atención y con ello, los resultados perinatales maternos y fetales-neonatales.

El uso del abordaje supraesternal para evaluación del funcionalismo cardíaco materno mediante uso de *doppler* continuo o pulsado en la aorta descendente, en conjunto con el protocolo FATE, aporta información valiosa sobre la precarga, poscarga, contractilidad y GC, siendo de fácil realización y dentro de las competencias a desarrollar en cardio-obstetricia, obstetricia y ginecología y MMF en el cuidado perinatal de las gestantes con patologías cardiopulmonares.

Se recomienda que las sociedades científicas venezolanas, como la Sociedad Venezolana de Obstetricia y Ginecología (SOGV) y la Sociedad Venezolana de Ultrasonido en Medicina (AVUM) como ya lo favorecen varias sociedades de gran prestigio como ACOG, ECS, ASE e ISUOG, promuevan la difusión e implementación en el cuidado perinatal de la gestante en emergencias obstétricas, y hospitalización en cuidados intermedios y obstetricia crítica del POCUS cardíaco materno.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al cuerpo de residentes y especialistas del Servicio de MMF de MCP, especialmente a las colegas Alexandra Rivero, Marvina Romero, Yanine Palacios, Luisauri Noguera, Rocnell Amundaray, María Rojas, Carlos Armijo, Alexander Seco, María Croes, Rosaura Alfonzo, Néstor Ferrer, Albani

Aular, Yeyderli Robayo, Germailyn Flores, Armelid Mora y Pedro Escudero, su colaboración en la obtención de imágenes y observaciones metodológicas para la elaboración de las tablas y figuras utilizadas en el presente trabajo.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran la ausencia de conflictos de intereses durante la realización del presente trabajo.

REFERENCIAS

1. Cabrera-Lozada CR, Gómez-Marín JV. Programa de Especialización en Medicina Materno Fetal: Logros, Alcances y Avances en 25 años. En: Urbina-Medina H, Soyano-López A, editores. Colección Razetti.Volumen XXXIV. Caracas: Editorial ANM; 2025. p.72-129.DOI: 10.59542/CRANM.2025.XXXIV.8.
2. Gómez J. Trastornos hipertensivos del embarazo: correlación del doppler oftálmico materno con funcionalismo cardíaco y bienestar fetal [Tesis doctoral]. Caracas: Universidad Central de Venezuela; 2025.
3. Veroes JA. Ecografía intraparto: Valor clínico en la evaluación de los eventos mecánicos del trabajo de parto. Rev Venez Ultrason Med. 2024;4(2-3):88-105. DOI: 10.57097/REVUM.2024.4.2-3.5.10.
4. 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 [Internet]; 2024 [consultado 11 de octubre de 2026]. p. 1-76. Disponible en: https://academianacionaldemedicina.org/publicaciones/id-trabajos-de-incorporacion-y-discursos-de-la-academia-nacional-de-medicina-tomo-xxxi-diciembre-2024/.
5. Archivo del programa de especialización en Medicina Materno Fetal. Estadísticas de salud perinatal en la MCP. Período 2013-2026. Caracas: MMF; 2026.
6. Comité Académico del Programa de Especialización en Medicina Materno Fetal. Programa 2026. Caracas: Universidad Central de Venezuela; 2026.
7. Fins JJ. Dr. Edmund D. Pellegrino. Trans Am Clin Climatol Assoc [Internet]. 2015 [consultado 09 de octubre de 2026]; 126(1): cii–cix. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4530700/.

8. Noguera-Millán LDV, Padilla-Leidenz HB, Rivero-Fraute A, González-Blanco M. Ultrasonido pulmonar: patrón pulmonar en preeclampsia con criterios de gravedad. Rev Obstet Ginecol Venez. 2023; 83 (4): 387-396. DOI: 10.51288/00830405.

9. Stampalija T, Lees C, Ghi T, Cornette J, Gyselaers W, Ferrazzi E, Mousa T, Spaanderman M, Thilaganathan B, Valensise H; Collaborators. ISUOG Consensus Statement on maternal hemodynamic assessment in hypertensive disorders of pregnancy and fetal growth restriction. Ultrasound Obstet Gynecol. 2025; 66(5): 681-96. DOI: 10.1002/uog.70040.

10. American College of Obstetricians and Gynecologists. ACOG Practice Bulletin No. 212: Pregnancy and Heart Disease. Obstet Gynecol. 2019; 133(5): e320-e356. DOI: 10.1097/AOG.0000000000003243.

11. Kirkpatrick JN, Grimm R, Johri AM, Kimura BJ, Kort S, Labovitz AJ, et al Recommendations for Echocardiography Laboratories Participating in Cardiac Point of Care Cardiac Ultrasound (POCUS) and Critical Care Echocardiography Training: Report from the American Society of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2020; 33(4): 409-422.e4. DOI: 10.1016/j.echo.2020.01.008.

12. Reddy M, Wright L, Rolnik DL, Li W, Mol BW, La Gerche A, da SilvaCosta F, Wallace EM, Palmer K. Evaluation of Cardiac Function in Women With a History of Preeclampsia: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Am Heart Assoc. 2019 Nov 19;8(22): e013545. DOI: 10.1161/JAHA.119.013545.

13. Iñigo-Riesgo CA, Gómez-Vargas JR, Gutiérrez-Fajardo P, Torres-Gómez LG. Hallazgos ecocardiográficos en el embarazo y posparto tardío en mujeres mexicanas sanas. Ginecol Obstet Mex. 2020; 88(5): 296-305. DOI: 10.24245/gom.v88i5.3385.

14. King J, Lowery DR. Physiology, Cardiac Output. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [Internet]; 2026 [consultado 09 de octubre de 2026]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470175/.

15. Khalil B, Foster C, Launico MV. Physiology, Stroke Volume. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [Internet]; 2026 [consultado 09 de octubre de 2026]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547686/.

16. Delong C, Sharma S. Physiology, Peripheral Vascular Resistance. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [Internet]; 2026 [consultado 09 de octubre de 2026]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538308/.

17. 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. DOI: 10.1016/j.ajog.2023.01.003.

18. Griffiths SE, Waight G, Dennis AT. Focused transthoracic echocardiography in obstetrics. BJA Educ. 2018; 18(9): 271-6. DOI: 10.1016/j.bjae.2018.06.001.
19. De Backer J, Haugaa KH, Hasselberg NE, de Hosson M, Brida M, Castelletti S, et al. 2025 ESC Guidelines for the management of cardiovascular disease and pregnancy. Eur Heart J. 2025;46(43): 4462-68. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaf193.
20. Braunwald E. Cardio-obstetrics: a new specialty. Eur Heart J. 2024; 45(18): 1589-92. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae202.
21. Skowronski J, Christenson E, Shapero K, Hausvater A, Gage A, Jeyabalan A, et al. Cardio-obstetrics in the Cardiac Intensive Care Unit: An Introductory Guide. US Cardiol. 2025; 19(1): e07. DOI: 10.15420/usc.2024.20.
22. Sebastian SA, Atwal H, Ayyalu T, Gulati M. Impact of cardio-obstetrics care on maternal outcomes in pregnant women with heart disease: A systematic review and meta-analysis. Curr Probl Cardiol. 2025; 50(12): 103190. DOI: 10.1016/j.cpcardiol.2025.103190.
23. Cabrera-Schulmeyer MC. Ecocardiografía en la sala de urgencias, intensivo y perioperatorio. Rev Chil Anest. 2021; 50(1): 231-51. DOI: 10.25237/revchilanestv50n01-14.
24. Azócar-Ceballos L, Vásquez-Stuardo V. Ultrasonografía focalizada en situaciones de urgencia. Rev Chil Anest. 2021; 50(1): 217-38 DOI: 10.25237/revchilanestv50n01-13.
25. Bhatti S, Naz S, Gurmani S, Gurmani S, Hussain W, Atif U, Ahmed S, et al. Point-of-care ultrasound vs. routine transthoracic echocardiography for screening of cardiovascular disease in pregnant women. Eur Heart J Imaging Methods Pract. 2025; 3(4): qyaf110. DOI: 10.1093/ehjimp/qyaf110.
26. Ullmo J, Cruz-Lemini M, Bos-Real L, Padilla M, Coma-Barbarà M, Martorell S, et al. Cardiovascular risk assessment in women at high risk for pre-eclampsia in first half of pregnancy. Ultrasound Obstet Gynecol. 2025; 66(1): 65-72. DOI: 10.1002/uog.29247.
27. Edwards P, Anyaogu C, Mezue K, Baugh D, Goha A, Egbuche O, et al. Focused cardiac ultrasound in pregnancy. J Investig Med. 2023; 71(2): 81-91. DOI: 10.1177/10815589221142195.
28. Íñigo-Riesgo CA, Gómez-Vargas JR, Gutiérrez-Fajardo P, Torres-Gómez LG. Hallazgos ecocardiográficos en el embarazo y posparto tardío en mujeres mexicanas sanas. Ginecol Obstet Mex. 2020; 88(5):296-305. DOI: 10.24245/gom.v88i5.3385.

29. Curtis SL, Belham M, Bennett S, James R, Harkness A, Gamlin W, et al. Transthoracic Echocardiographic Assessment of the Heart in Pregnancy - a position statement on behalf of the British Society of Echocardiography and the United Kingdom Maternal Cardiology Society. Echo Res Pract. 2023;10(1): 7. DOI: 10.1186/s44156-023-00019-8.

30. Smith BE, Madigan VM. Non-invasive method for rapid bedside estimation of inotropy: theory and preliminary clinical validation. Br J Anaesth. 2013; 111(4): 580-8. DOI: 10.1093/bja/aet118.

31. Zubiaurre V, Correa V, Oholeguy P, Illescas L. Embarazo en pacientes con cardiopatía. Definiciones, fisiopatología y estratificación de riesgo. Rev Urug Cardiol. 2024; 39(1): e301. DOI: 10.29277/cardio.39.1.9.

32. Pérez-Rosas BJ, Mengual-Ku AJ, Pérez-Huerta AE. Cardiopatías en el Embarazo: Revisión Clínica y Pronóstico en el Contexto Mexicano. Cienc Lat. 2025;9(4): 6155-67. DOI: 10.37811/cl_rcm.v9i2.

33. Rius M, Salazar L, Esteve L, Crispi F, López M, Arbelo E, et al. Protocolo: Cardiopatía materna y gestación. Barcelona: Hospital Clínic [Internet]; 2024 [actualizado 28 de febrero de 2024; consultado 11 de octubre de 2026]. Disponible en: https://fetalmedicinebarcelona.org/wp-content/uploads/2024/02/cardiopatia-materna-y-gestacion.pdf.

34. Sabogal RC. Implementación del POCUS cardiaco en pacientes obstétricas durante el periodo preanestésico. Revisión narrativa. Rev colomb. anestesiol. 2024; 52(4): 4. DOI: 10.5554/22562087.e1114.

35. Afari HA, Davis EF, Sarma AA. Echocardiography for the Pregnant Heart. Curr Treat Options Cardiovasc Med. 2021; 23(8): 55. DOI: 10.1007/s11936-021-00930-5.

36. Easter SR, Hameed AB, Shamshirsaz A, Fox K, Zelop CM. Point of care maternal ultrasound in obstetrics. Am J Obstet Gynecol. 2023; 228(5): 509.e1-509.e13. DOI: 10.1016/j.ajog.2022.09.036.

37. Kaptein EM, Kaptein MJ. Inferior vena cava ultrasound and other techniques for assessment of intravascular and extravascular volume: an update. Clin Kidney J. 2023; 16(11): 1861-77. DOI: 10.1093/ckj/sfad156.

38. Mulder E, Ghossein-Doha C, Appelman E, van Kuijk S, Smits L, van der Zanden R, et al. Study protocol for the randomized controlled EVA (early vascular adjustments) trial: tailored treatment of mild hypertension in pregnancy to prevent severe hypertension and preeclampsia. BMC Pregnancy Childbirth. 2020; 20(1): 775. DOI: 10.1186/s12884-020-03475-w.

39. Johri AM, Glass C, Hill B, Jensen T, Puentes W, Olusanya O, et al. The Evolution of Cardiovascular Ultrasound: A Review of Cardiac Point-of-Care

Ultrasound (POCUS) Across Specialties. Am J Med. 2023; 136(7): 621-8. DOI: 10.1016/j.amjmed.2023.02.020.

40. Padilla C, Ortner C, Dennis A, Zieleskiewicz L. The need for maternal critical care education, point-of-care ultrasound and critical care echocardiography in obstetric anesthesiologists training. Int J Obstet Anesth. 2023: 55(1):103880. DOI: 10.1016/j.ijoa.2023.103880.