



DOI: <https://doi.org/10.5554/22562087.e1114>

ARTÍCULO ESPECIAL

Implementación del POCUS cardiaco en pacientes obstétricas durante el periodo preanestésico. Revisión narrativa

Implementing cardiac POCUS in obstetric patients during the preanesthetic period. Narrative review

Rodolfo Carlos Sabogal^{a,b,1}

^a Especialización en Anestesiología y Reanimación, Facultad de Medicina, Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

^b Medicina Crítica y Cuidados Intensivos, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Autor para correspondencia: Universidad de Cartagena, Claustro de San Agustín, Centro Histórico, Calle de la Universidad Cra. 6 No. 36-100. Cartagena, Colombia.

Email: rsabogalr1@unicartagena.edu.co

ORCID: ¹ <https://orcid.org/0009-0009-4699-9212>

Recibido: 30 enero, 2024

Aceptado: 6 mayo, 2024

Online first: 6 junio, 2024

Cómo citar este artículo: Sabogal RC. Implementing cardiac POCUS in obstetric patients during the preanesthetic period. Narrative review. Colombian Journal of Anesthesiology. 2024;52:e1114.



Resumen

Durante la valoración preanestésica de la paciente obstétrica, es fundamental evaluar la condición cardiovascular basal de la paciente, identificar riesgos potenciales y facilitar modificaciones conductuales para desarrollar una estrategia de manejo individualizada, dirigida a minimizar las complicaciones.

La ecografía cardíaca a la cabecera del paciente (POCUS) es un instrumento valioso para evaluar la morfología y la función del corazón antes de un procedimiento quirúrgico. El POCUS cardiaco no está diseñado para sustituir a la ecocardiografía transtorácica formal, que corresponde al área de anestesiología cardiovascular y a la cardiología. Sin embargo, cuando se usa en conjunto con la anamnesis, el examen físico, el electrocardiograma y los resultados de exámenes de laboratorio previos, el POCUS cardiaco es un complemento valioso dentro del arsenal diagnóstico de los anestesiólogos. Permite la visualización directa del corazón y de los grandes vasos, con beneficios adicionales de velocidad, disponibilidad y bajo riesgo para la paciente. El objetivo del presente manuscrito es explorar y describir las ventajas del POCUS cardiaco durante el periodo preanestésico en pacientes obstétricas y su valor potencial para los anestesiólogos, a través de la identificación de condiciones eventualmente peligrosas que pudieran requerir un manejo preoperatorio individualizado.

Palabras claves: POCUS cardiaco; Ecocardiografía; Anestesia obstétrica; Cuidado perioperatorio; Medicina perioperatoria; Periodo preanestésico; Anestesia; Anestesiología.



Abstract

During the preanesthetic assessment of the obstetric patient, it is critical to assess the patient's cardiovascular baseline condition, identify any potential risks, and facilitate behavioral modification to develop an individualized management strategy aimed at minimizing complications. Cardiac point-of-care ultrasound (POCUS) is a valuable instrument for assessing the morphology and function of the heart prior to surgery. Cardiac POCUS is not designed to replace comprehensive transthoracic echocardiography, which is the realm of cardiovascular anesthesiology and cardiology. However, when used in conjunction with anamnesis, physical examination, electrocardiogram, and previous laboratory results, cardiac POCUS is a valuable adjunct in the diagnostic toolbox of anesthesiologists. It allows for direct visualization of the heart and great vessels, with added benefits of speed, availability, and low risk for the patient. The purpose of this manuscript is to explore and describe the advantages of cardiac POCUS in the preanesthetic period of obstetric patients and its potential value for anesthesiologists through the identification of potentially hazardous conditions that may require individualized preoperative management.

Key words: Cardiac POCUS; Echocardiography; Obstetric Anesthesia; Perioperative care; Perioperative medicine; Preanesthetic period; Anesthesia; Anesthesiology.

Introducción

La fase preanestésica es esencial durante el cuidado perioperatorio de la paciente obstétrica, ya que durante este periodo se identifican los posibles riesgos y se adoptan

Este manuscrito ha sido aceptado para publicación y ha sido sometido a una revisión completa por pares, pero no ha pasado por el proceso de corrección de estilo, composición tipográfica y revisión, lo que puede generar diferencias entre esta versión y la versión del registro.

Copyright © 2022 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación (S.C.A.R.E.).

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)^a



medidas cautelosas para mejorar el manejo de la anestesia, garantizando así una mayor confianza y seguridad, tanto para pacientes como para los profesionales médicos.^{1,2} Durante esta fase debe llevarse a cabo un análisis crítico de la función cardiaca, puesto que la mayoría de los medicamentos anestésicos y obstétricos pueden tener efectos directos o indirectos sobre el sistema cardiovascular, con importantes consecuencias³.

Durante esta fase es primordial que el anestesiólogo realice una revisión integral de la historia anestésica, cardiaca y obstétrica de la paciente. Ello incluye evaluar la clase funcional utilizando escalas bien conocidas como NYHA (Clasificación de la New York Heart Association), METS (Equivalentes Metabólicos en pruebas de ejercicio), o DASI (Índice del Estado de Actividad de Duke)⁴ y determinar el riesgo de complicaciones cardiacas de la madre, utilizando la escala CARPREG II (Puntaje de Estudio de Enfermedad Cardiaca en el Embarazo)⁵, aun con algunas de las limitaciones previamente reportadas⁶. Durante el examen físico deben identificarse las anomalías cardiovasculares, incluyendo, hallazgos significativos como la cianosis, acropaquia y soplos no identificados con antelación. Entre los elementos relevantes se encuentran el electrocardiograma o Holter de ritmo para interpretar el ritmo cardiaco, además de considerar otros estudios pertinentes como las pruebas serológicas (troponinas, péptidos natriuréticos), radiografía de tórax, imágenes de resonancia magnética, cateterismo cardiaco y otros, según sea necesario conforme a las circunstancias específicas⁷.



Recientemente, la ecografía a la cabecera del paciente (POCUS) ha venido a formar parte del conjunto de técnicas disponibles para la evaluación cardiopulmonar⁸. El uso del ultrasonido ha adquirido una gran popularidad debido a sus beneficios indiscutibles, tales como la no exposición a radiación, menores costos y la facilidad para transportar los dispositivos ecográficos (su tamaño es tan práctico que pueden llevarse en un bolsillo), flexibilidad para hacer evaluaciones (permitiendo repeticiones) y la capacidad de tomar imágenes en diversas posiciones (en posición supina, lateral o prona)⁹ sin que sea necesario trasladar a la paciente a diferentes áreas del hospital. Algunos autores han incluso especulado que esta técnica pudiera eventualmente sustituir al estetoscopio en muchas circunstancias¹⁰.

El POCUS cardiaco también conocido en la literatura médica como ecografía cardíaca focalizada (FOCUS *por sus siglas en inglés*), es una herramienta que se usa para obtener datos críticos mediante ultrasonografía¹¹. Entre algunas de sus aplicaciones cabe mencionar la evaluación de la sobrecarga de volumen, la función biventricular, la realización de un análisis detallado de las válvulas y cámaras del corazón y además, del pericardio¹². De acuerdo con la Sociedad Americana de Ecocardiografía, el POCUS cardiaco es un examen que se enfoca exclusivamente en la adquisición de imágenes. Por el contrario, la ecocardiografía en cuidado crítico (CCE *por sus siglas en inglés*) emplea protocolos ampliados que permiten la adquisición de datos cualitativos a través del Doppler a color y espectral, además de datos principalmente cuantitativos obtenidos a través de imágenes. 8 Por otra parte, el ecocardiograma transtorácico formal, es el

Este manuscrito ha sido aceptado para publicación y ha sido sometido a una revisión completa por pares, pero no ha pasado por el proceso de corrección de estilo, composición tipográfica y revisión, lo que puede generar diferencias entre esta versión y la versión del registro.

Copyright © 2022 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación (S.C.A.R.E.).

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)^a



estudio más completo y generalmente se reserva para los anesthesiólogos cardiovasculares o cardiólogos¹³. No obstante, en la práctica clínica, el POCUS cardiaco no tiene límites específicos; en consecuencia, la metodología utilizada depende del dispositivo disponible y, naturalmente, del nivel de dominio del examinador¹⁴.

El objetivo fundamental del POCUS cardiaco durante la fase preanestésica, es adquirir información hemodinámica sensible en una forma no invasiva, permitiendo así establecer datos basales antes de la anestesia, identificar riesgos potenciales que puedan surgir durante la fase perioperatoria y una atención individualizada mediante la interpretación de cambios hemodinámicos futuros. En el terreno clínico, resulta difícil sugerir un momento o un lugar específico para llevar a cabo un POCUS cardíaco, ya que el periodo preanestésico puede variar desde el momento en que se toma la decisión de llevar a cabo una cirugía, hasta pocos minutos antes de aplicar la anestesia. Por consiguiente, es factible llevar a cabo un POCUS cardíaco desde varios días antes hasta pocos minutos previos a la administración de la anestesia en el quirófano, la unidad de cuidados intensivos o incluso en la sala de partos, con la finalidad de obtener información relevante sobre la condición hemodinámica de la paciente obstétrica. Este abordaje concuerda con el proverbio “una imagen vale más de mil palabras”.



El objetivo de esta revisión narrativa es examinar y describir las ventajas, desventajas y condiciones particulares bajo las cuales pudiera ser beneficioso el POCUS cardiaco durante la fase preanestésica. Este abordaje permite ampliar la evaluación cardiaca de las pacientes obstétricas e identificar condiciones potencialmente peligrosas que darían lugar a desenlaces adversos a lo largo del período perioperatorio.

Metodología

Se obtuvieron artículos pertinentes a través de búsquedas completas en Medline PubMed, Embase, y Google Scholar, utilizando los siguientes términos: obstetricia y POCUS, obstetricia y POCUS cardiaco, u obstetricia y FOCUS, sin restricciones temporales. Se evaluaron los títulos y resúmenes en función de su aplicabilidad para la presente opinión de expertos (o presente revisión narrativa de la literatura).

Morbilidad y mortalidad materna debido a causas cardiacas

De acuerdo con la OMS, la mortalidad materna se define como una *causa directa* de complicaciones obstétricas, tales como hemorragia materna y sepsis obstétrica; estas condiciones son las causas más comunes de mortalidad materna a nivel global y representan el 73% de las muertes. Las *causas indirectas* pueden ser enfermedades o condiciones existentes antes de que se deteriore el embarazo. Estos cambios no están relacionados con causas obstétricas; sin embargo, *los cambios en el organismo*



durante la gestación incrementan la probabilidad de sufrir complicaciones, principalmente cardíacas¹⁵. La enfermedad cardíaca es la causa indirecta más importante de mortalidad materna, después de las causas directas y representa hasta un tercio de las muertes maternas, 4% de las complicaciones del embarazo y hasta un 16% de los embarazos en pacientes embarazadas con condiciones cardíacas pre-existentes¹⁶. En países de altos ingresos como los Estados Unidos y el Reino Unido, las miocardiopatías y la enfermedad cardiovascular son las principales causas de muerte en pacientes embarazadas^{17,18}. En países de bajos a medianos ingresos (LMIC por sus siglas en inglés), sigue habiendo problemas subyacentes relacionados con las desigualdades económicas que representan barreras al acceso oportuno a los servicios de salud; esto genera una importante subestimación de los datos, lo cual implica que la enfermedad cardiovascular continúe siendo una causa importante de morbilidad y mortalidad materna, como ha sido descrito con anterioridad¹⁹. Más aún, las mujeres contemporáneas están retrasando el inicio del embarazo y esta tendencia contribuye a aumentar la prevalencia de enfermedades crónicas que pueden ser el origen de complicaciones cardiovasculares²⁰.

Deben considerarse diversas condiciones cardíacas de alto riesgo en las pacientes maternas, ya que tienen el potencial de complicar la evolución del embarazo. Estas condiciones incluyen la enfermedad valvular, las miocardiopatías, la cardiopatía congénita y la hipertensión pulmonar¹⁸. Eventos cardíacos adversos mayores tales como arritmias, insuficiencia cardíaca y complicaciones de la anestesia, pueden tener



un impacto significativo sobre la morbilidad y la mortalidad^{21,22}. Para establecer una condición de base y llevar a cabo estrategias de manejo oportunas e individualizadas para las pacientes embarazadas, puede utilizarse el POCUS cardiaco para evaluar estos trastornos antes de la anestesia. Este sistema aprovecha el perfil de seguridad excepcional de la tecnología del ultrasonido, a la vez que mitiga los riesgos asociados a opciones más invasivas.

Cambios fisiológicos durante el embarazo

Los cambios cardiovasculares en pacientes obstétricas se desarrollan a partir del primer trimestre, maximizándose en el segundo trimestre para luego estabilizarse en el tercer trimestre y regresar a los niveles basales aproximadamente seis semanas después del parto. El volumen plasmático aumenta 1,5 veces con respecto al nivel basal, al igual que la frecuencia cardiaca que se incrementa en promedio a 115 latidos por minuto; estos dos factores producen un aumento en el gasto cardiaco de 30 a 50% al final del embarazo. Este incremento en el volumen plasmático se produce en una mayor proporción que el aumento en la masa de glóbulos rojos al final del embarazo, generando una anemia relativa. La presión arterial media se reduce en 10 a 20 mmHg debido a una disminución de la resistencia vascular, producida por la vasodilatación inducida por los cambios hormonales y el circuito placentario de alto flujo y baja resistencia. La compresión de la vena cava inferior (VCI) durante el tercer trimestre es consecuencia del útero grávido.



Pueden presentarse complicaciones durante el trabajo de parto y en el periodo postparto debido a cambios imprevistos, que pueden incluir la descompresión de la VCI, alteración del circuito placentario de baja resistencia, maniobras de Valsalva prolongadas o fuertes y una significativa pérdida de sangre bajo circunstancias específicas. Estos cambios repentinos llevan a variaciones en la precarga, que para ciertas pacientes pudieran resultar excesivos (por ejemplo, en caso de una fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) significativamente disminuida o en caso de hipertensión pulmonar), y en la poscarga (Ej., aumento de la tensión de cizallamiento de la aorta). Estos cambios durante el embarazo pueden ocasionar situaciones que pueden representar un riesgo para la vida tanto de la madre como del feto, especialmente en pacientes con condiciones cardíacas preexistentes²³.

Cambios ecocardiográficos del embarazo

Bajo condiciones normales, el ecocardiograma de la paciente obstétrica revela varios cambios mecánicos y fisiológicos. Los cambios mecánicos se deben fundamentalmente a la compresión del útero. Por ejemplo, la elevación del diafragma hace que el corazón se reubique en dirección anterior y lateral, facilitando la adquisición de ventanas paraesternales y apicales, mientras que inevitablemente obstruye la ventana subcostal. Los cambios fisiológicos son el resultado de las fluctuaciones hormonales que ocurren. No se observan alteraciones significativas de la FEVI²³; sin embargo, se detecta un crecimiento marginal de la aurícula izquierda y un aumento del espesor y de las

Este manuscrito ha sido aceptado para publicación y ha sido sometido a una revisión completa por pares, pero no ha pasado por el proceso de corrección de estilo, composición tipográfica y revisión, lo que puede generar diferencias entre esta versión y la versión del registro.

Copyright © 2022 Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación (S.C.A.R.E.).

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)^a



dimensiones diastólicas de la pared ventricular izquierda, todos estos dentro de los límites normales. También se ha reportado que el aumento del gasto cardiaco produce un incremento de las velocidades Doppler en los tractos de salida de los tractos de salida izquierdo y derecho (medidas por la integral de la velocidad respecto al tiempo (VTI por sus siglas en inglés) – ver a continuación). No obstante, la hemodinamia puede ser afectada por la compresión mecánica de la VCI, especialmente en las etapas finales del embarazo, lo que puede influir en la precarga y poscarga.

Las válvulas pueden ser vulnerables a defectos menores de la coaptación, que pueden dar lugar a una leve insuficiencia valvular que considerada normal, acompañados de un incremento marginal de los gradientes trans-valvulares. Finalmente, una proporción considerable de mujeres embarazadas pueden presentar derrame pericárdico leve durante las etapas finales del embarazo, lo cual se asocia a retención de líquidos. Debido a sus beneficios y a su perfil de seguridad, la ecocardiografía ha sido el patrón oro estándar de diagnóstico para tener acceso al corazón en pacientes embarazadas; En consecuencia, el POCUS cardiaco es una alternativa viable durante la fase preoperatoria²⁴ ([Tabla 1](#)).

AI



Tabla 1. Hallazgos ecocardiográficos normales en la población obstétrica.

Elevación del diafragma y reubicación anterolateral del corazón
La fracción de eyección del ventrículo izquierdo se mantuvo sin cambios
Ligero aumento de las dimensiones de la aurícula y del ventrículo izquierdos
Aumentos de la velocidad del Doppler correspondientes a un aumento en el gasto cardíaco
Defectos menores en la coaptación valvular
Leve derrame en el espacio pericárdico

Fuente: Autores.

Información esencial que puede ser obtenida utilizando POCUS cardíaco en la fase preoperatoria de la paciente obstétrica

Durante la fase preoperatoria, es posible hacer un reconocimiento visual de la morfología cardíaca utilizando el POCUS cardíaco²⁵. El protocolo de la Ecocardiografía Obstétrica rápida (ROSE por sus siglas en inglés)²⁶ es una técnica de ecografía cardíaca validada para pacientes obstétricas en situaciones de emergencia, como aquellas que presentan hipotensión durante el periodo postparto. Incluye una secuencia de imágenes ecocardiográficas en los planos paraesternal (eje corto y largo),



y además el plano apical de 4 y 5 cámaras durante el examen cardíaco. La proyección subcostal no se recomienda para la técnica inicial puesto que puede producir compresión de la VCI debido a la posición supina. Tampoco se recomienda la proyección supraesternal debido a la incomodidad asociada al aumento del tamaño de la tiroides. Sin embargo, es fundamental establecer si los beneficios superan los riesgos. La ventana subcostal permite acceso visual a la VCI y a la aorta inferior, mientras que la proyección supraesternal permite la visualización del cayado de la aorta, la arteria pulmonar y las venas, lo cual en ambos casos ofrece información hemodinámica y vascular vital.

Una evaluación visual de la morfología cardíaca es conveniente para hacer una valoración preliminar visual; esta incluiría un examen de la anatomía del corazón, y la exclusión de diversas condiciones patológicas incluyendo miocardiopatías dilatadas, hipertróficas, restrictivas o sin clasificar, tales como un ventrículo no compactado^{27,28}. Se puede establecer la función del ventrículo izquierdo mediante observación de manera subjetiva²⁹ o midiendo la fracción de eyección del ventrículo izquierdo mediante la técnica de Simpson biplano³⁰. La interpretación de los valores de la FEVI debe hacerse dentro de un contexto clínico, tomando en consideración la influencia de la precarga, la poscarga, así como de los agentes vasopresores e inotrópicos.

El ventrículo derecho (VD) nunca debe exceder el tamaño del ventrículo izquierdo. El cálculo visual de la función del VD y mediciones objetivas tales como el desplazamiento



sistólico del plano del anillo tricúspideo (TAPSE – por sus siglas en inglés) o el cambio de área fraccional (FAC por sus siglas en inglés), son abordajes prácticos^{31,32}. Las imágenes de resonancia magnética, consideradas el patrón oro para la fracción de eyección del VD, pudieran no estar siempre accesibles, especialmente durante el embarazo.

Es esencial asegurar con prontitud la integridad y el movimiento de las válvulas cardíacas³³. Algunos hallazgos podrían indicar la presencia de enfermedades valvulares degenerativas que dan lugar a estenosis o insuficiencia; esto se aplica tanto a las válvulas nativas como a las prostéticas. Sin embargo, en el caso de las válvulas prostéticas, este abordaje no siempre resulta factible, y en la mayoría de los casos puede ser necesaria una ecocardiografía transesofágica. Algunas otras condiciones importantes que ameritan consideración son la endocarditis infecciosa, la presencia de masas, trombos y endocarditis trombótica no bacteriana³⁴. La disfunción valvular severa aumenta el riesgo de hipertensión pulmonar tipo 2 y edema pulmonar cardiogénico; por lo tanto, los anestesiólogos deberán monitorear muy de cerca estas patologías. En situaciones de mayor riesgo, serán necesarias estrategias más complejas que están más allá de las capacidades de POCUS.

Información cuantitativa que se puede obtener mediante POCUS cardíaco en situaciones específicas



El cálculo de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo (VI) se obtiene mediante el índice 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. Normalmente, los valores se sitúan por debajo de 8, mientras que un valor superior a 15 se considera un aumento significativo de la presión de llenado del VI³⁵. Cuando existe el riesgo de falla cardíaca con fracción de eyección preservada, como el caso de pacientes con edema pulmonar debido a preeclampsia severa, entre otras situaciones, este parámetro también es importante³⁶. Desafortunadamente, las imágenes de Doppler tisular son exclusivas de equipos de ecografía de mayor calidad y no están disponibles en los modelos portátiles.

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 (ej., el latido del corazón). La determinación de VTI suele ser posible utilizando 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. Si consideramos que el tracto de salida es una estructura cilíndrica constante, el VTI puede ser empleado como sustituto del gasto cardíaco^{28,37}. De esta manera, el POCUS cardíaco permite realizar un abordaje diagnóstico a un estado hiperdinámico o, por el contrario, de bajo gasto cardíaco, así como monitorizar la respuesta a fluidos o



ionotrópicos^{38,39}. Recientemente se ha sugerido el VTI como predictor de hipotensión antes de la anestesia raquídea para la cesárea⁴⁰.

La VCI es un parámetro legítimo para evaluar la hemodinamia y las fluctuaciones del volumen sanguíneo, gracias a la interacción entre el corazón y los pulmones⁴¹. Tradicionalmente, se ha definido la hipovolemia como un diámetro de la VCI menor a 1 cm y una vena colapsable con la respiración. 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 (ej., taponamiento)⁴². La baja variabilidad inter-operador y la capacidad para repetir la ecografía de la VCI a demanda, contribuyen a esta versatilidad durante la evaluación perioperatoria. Informes recientes sugieren que obtener imágenes de la VCI de pacientes obstétricas a través de la ventana transhepática del cuadrante superior derecho puede ser más sencillo y rápido que obtener imágenes de la VCI a través de la ventana subcostal⁴³. Zieleskiewics y col. sugirieron un algoritmo simple para evaluar la respuesta de los líquidos y la disnea en pacientes obstétricas⁴⁴. Sin embargo, este algoritmo todavía no ha sido validado debido a la escasa calidad de la evidencia disponible; por lo tanto, estos parámetros deberán usarse con cautela⁴⁵⁻⁴⁸.



Otro signo que pudiera interpretarse como hipovolemia es el denominado *kissing heart*. Se puede observar principalmente en el plano paraesternal de eje corto al final de sístole, donde convergen los pilares de la válvula mitral. Esta observación podría interpretarse como el colapso del ventrículo izquierdo, causado por una presión de llenado insuficiente⁴⁹. Las pacientes que presentan trastornos hemorrágicos, como en situaciones de hemorragia obstétrica severa, suelen desarrollar cambios bruscos en su estado de la volemia. Por lo tanto, el POCUS cardiaco puede proporcionar información clave utilizando abordajes sistemáticos⁵⁰.

El POCUS cardiaco puede usarse para examinar a pacientes con antecedentes de hipertensión pulmonar. Estas alteraciones incluyen la valoración de la hipertrofia del ventrículo derecho y su espesor, el aplanamiento del tabique interventricular, la determinación de insuficiencia significativa de la válvula tricúspide, la estimación del tamaño auricular izquierdo, y en casos más avanzados, la determinación del índice E/e' y la velocidad pico a nivel del tracto de salida del ventrículo derecho⁵¹, para establecer si la hipertensión es pre- o post-capilar^{52,53}.

Como se mencionó anteriormente, un gran porcentaje de pacientes embarazadas típicamente presentan derrame pericárdico⁵⁴. Resulta esencial evaluar el espacio pericárdico para identificar derrames y su magnitud: si es leve (menos de 1 cm de espesor), grande (superior a 2 cm de espesor), e incluso con efecto de taponamiento.



Adicionalmente, es posible establecer la presencia de tabiques, detritos o septos secundarios a patologías crónicas o infecciosas.

Condiciones adicionales durante el periodo preanestésico donde POCUS cardíaco puede desempeñar un papel relevante en la paciente obstétrica

La sepsis obstétrica es una causa importante de mortalidad materna.⁵⁵ Una de sus manifestaciones es la miocardiopatía séptica, que puede inducirse mediante la liberación de catecolaminas cardiodepresivas (ej., interleucina 6, factor de necrosis tumoral, y sepsis obstétrica). Estas sustancias desencadenan daño al músculo cardíaco, estrés oxidativo y disfunción mitocondrial⁵⁶. La miocardiopatía séptica puede identificarse mediante diversas manifestaciones cardíacas que van desde ventrículos hiperdinámicos que se caracterizan por un elevado gasto cardíaco, o disfunción diastólica con altas presiones de llenado del ventrículo izquierdo, hasta disfunción ventricular severa^{57,58}.

La miocardiopatía periparto es un diagnóstico de exclusión que ocurre predominantemente hacia finales del tercer trimestre e incluso después del parto. Se caracteriza por disfunción ventricular izquierda, y la mayoría de las pacientes presentan una FEVI inferior a 35%, y algunas presentan síntomas manifiestos de falla cardíaca¹⁶.

Los casos severo pueden avanzar hacia shock cardiogénico, ecocontraste espontáneo



y trombos intracavitarios⁵⁹; algunas pacientes pudieran incluso requerir dispositivos de asistencia ventricular. El POCUS cardiaco pudiera ser valioso para la detección y seguimiento perioperatorio oportuno de esta condición, así como para garantizar un manejo apropiado de las pacientes embarazadas. También es importante descartar otras causas de la disfunción ventricular, tales como miocardiopatía secundaria al uso de medicamentos para quimioterapia⁶⁰.

El tromboembolismo pulmonar (TEP) puede presentarse en cualquier momento durante el embarazo o durante el periodo postoperatorio. 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, signo de McConnell⁶¹. En raras ocasiones se ha reportado dilatación de la arteria pulmonar y trombos en tránsito.

La embolia de líquido amniótico es una complicación poco frecuente del embarazo que en algunas series reporta una tasa de mortalidad superior al 50%. Su fisiopatología es incierta; sin embargo, se sospecha que la exposición de la madre al líquido amniótico o al detrito fetal pudiera ser una causa. Wiseman y Col. Concluyeron en una revisión sistemática reciente que la disfunción del ventrículo derecho, la dilatación y movimientos sistólicos anormales son los hallazgos ecocardiográficos más frecuentes. Los autores resaltan que estos hallazgos pueden identificarse con prontitud mediante el POCUS cardiaco⁶².



La enfermedad coronaria es una condición poco frecuente entre mujeres premenopáusicas, pero su incidencia tiende a aumentar con la edad gestacional. El riesgo se cuadruplica en madres embarazadas en comparación con pacientes que no están en embarazo⁶³. Además de los hallazgos electrocardiográficos y serológicos, también es posible identificar con prontitud trastornos regionales en el movimiento de la pared del ventrículo izquierdo durante el POCUS cardiaco, principalmente hipoquinesia o aquinesia, lo cual pudiera ser indicativo del compromiso de un determinado territorio vascular^{64,65}.

La miocardiopatía hipertrófica es una condición poco frecuente en pacientes embarazadas⁶⁶, con una prevalencia estimada de 1 por cada 500 individuos en la población general⁶⁷, y pudiera estar subdiagnosticada⁶⁸. Esta es una consideración obligatoria en casos sugestivos 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 condición de atleta. La FEVI típicamente es normal en pacientes con miocardiopatía hipertrófica; sin embargo, puede disminuir con el tiempo.

En situaciones particulares, la valva anterior de la válvula mitral podría migrar y entrar en contacto con el tabique debido a un engrosamiento atípico, el cual resulta en la formación de efecto Venturi. Esto podría obstruir el tracto de salida del ventrículo



izquierdo y desarrollar gradientes de alta presión en el tracto de salida (ej., gradientes superiores a 50 mmHg con Doppler continuo). A pesar de que en general el embarazo es bien tolerado por la mayoría de las pacientes con miocardiopatía hipertrófica, ha habido reportes de un elevado riesgo de complicaciones cardiovasculares y obstétricas en esta población⁶⁸.

La miocardiopatía no compactada, también conocida como “miocardio esponjoso” es una condición de etiología desconocida, posiblemente congénita. Puede reconocerse por un ventrículo en “dos capas” con numerosas trabeculaciones internas, especialmente en el ápice y en la porción media del ventrículo. Esta condición pudiera manifestarse en una amplia gama de presentaciones a lo largo de todo el embarazo²⁷, incluyendo individuos asintomáticos, palpitaciones, disnea, arritmia y falla cardíaca franca, que es el síntoma observado más frecuentemente. La ecocardiografía es el patrón oro para el diagnóstico de esta patología⁶⁹.

Las cardiopatías congénitas se evalúan utilizando la clasificación de riesgo de la OMS⁷⁰. Las pacientes en grados I y II se clasifican con mínimo riesgo obstétrico, mientras que las pacientes en los grados III y IV presentan una morbilidad severa y un alto riesgo de mortalidad materna, respectivamente (ej., estenosis severa de la válvula aórtica o mitral, o el síndrome de Eisenmenger); en presencia de estas condiciones, el embarazo se considera prohibitivo⁷¹.



Como resultado de los avances médicos, es razonable que un significativo porcentaje de mujeres con cardiopatía congénita sobrevivirán hasta la edad adulta y en muchos casos llegarán a la edad reproductiva. Con el fin de asegurar de que las necesidades cardíacas, anestésicas y obstétricas de estas pacientes sean atendidas, la Asociación Americana del Corazón (AHA por sus siglas en inglés) ha comunicado recientemente que estas pacientes deben ser tratadas en centros de atención especializados, dotados de personal capacitado y recursos adecuados; preferiblemente con un equipo para el corazón en embarazo (que incluya cardiólogos, obstetras y anestesiólogos obstetras y cardiorríticos, entre otros)⁷⁰. Sin embargo, los países LMIC continúan enfrentando desafíos para ofrecer servicios médicos óptimos debido a la deficiente adherencia a la estratificación del riesgo preconcepción, a los métodos anticonceptivos y al control prenatal. Estas pacientes pudieran enfrentar riesgos potenciales asociados a la cirugía y a la anestesia a lo largo de su embarazo⁷¹.

Las pacientes con una clase funcional NYHA II o superior, con cianosis, con una FEVI menor al 30%, enfermedad valvular severa, eventos cardíacos previos tales como arritmias o accidentes cerebrovasculares, insuficiencia cardíaca, síndrome de Marfan (ej., severa dilatación de la aorta), y síndrome de Eisenmenger, entre otros, se consideran todas de alto riesgo⁷². Si bien el objetivo primordial del POCUS cardíaco no es diagnosticar o estadificar la cardiopatía congénita, puede utilizarse para estimar el tamaño del defecto, evaluar la hipertrofia auricular, analizar la sobrecarga y la función

bi-ventricular, además de cuantificar posibles *shunts* (ej., con Doppler a color) para establecer el estado preanestésico e implementar una estrategia adecuada ([Tabla 2](#)).

Tabla 2. POCUS cardíaco preanestésico en pacientes obstétricas de alto riesgo.

Abordaje	Hallazgos	Algunas condiciones asociadas a obstetricia
Estimado visual de la morfología cardíaca	- Corazón normal - Miocardopatía hipertrófica - Miocardopatía restrictiva - Miocardopatía no clasificada	Ej.: miocardio esponjoso
Función y dimensión del ventrículo izquierdo	- Al ojo - Biplano de Simpson - Presión de llenado del ventrículo izquierdo	- Miocardopatía periparto - Falla cardíaca con fracción de eyección preservada (Ej. Preeclampsia) - Miocardopatía por sepsis - Enfermedad coronaria
Función y dimensión del ventrículo derecho	- Al ojo - Excursión sistólica del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE por sus siglas en inglés) - Cambio de área fraccional (FAC por sus siglas en inglés)	- Embolia pulmonar - Embolia de líquido amniótico - Hipertensión pulmonar - Falla del ventrículo derecho por cualquier otra etiología
Evaluación valvular	- Integridad - Movimiento	- Infecciosa (Ej.: vegetaciones) - Lesión trombótica no infecciosa



		• Masas • Defectos de coaptación
Estado de líquidos	• Mecánica de la vena cava inferior • Integral Velocidad Tiempo (IVT)	• Hipovolemia • Trastornos hemorrágicos • Hipervolemia • Elevación de presión de la aurícula derecha
Evaluación pericárdica	• Líquido en el espacio pericárdico	• Taponamiento (Ej.: bahía de trauma, reumatología o enfermedades infecciosas)

Fuente: Autores.

Otras condiciones adicionales que requieren atención en pacientes embarazadas y que pudieran tener un impacto sobre el corazón⁷³ son el síndrome HELLP agudo, miocarditis, disección aórtica, miocardiopatía por estrés (conocida también como el síndrome de Takotsubo), hígado graso del embarazo, microangiopatía trombótica del embarazo y abuso de sustancias tales como alcohol, cocaína, heroína, y otras por parte de la madre⁷⁴. Cada una de estas condiciones puede ser evaluada mediante el POCUS cardíaco, con la capacidad de modificar el plan anestésico y perioperatorio.



Limitaciones del POCUS cardiaco en pacientes obstétricas

El POCUS cardiaco tiene diversas limitaciones. Hay una falta de evidencia de alta calidad en anestesia obstétrica y se desconoce el verdadero impacto en la mortalidad. Es prácticamente imposible establecer una correlación directa entre POCUS y los desenlaces, puesto que, en gran medida, dichos resultados dependen de la experticia del clínico. Además, la literatura existente tiene muchos protocolos enfocados principalmente a escenarios de urgencias o de cuidados intensivos. Esto conlleva a limitar la capacidad para investigar esta área e incluso pudiera restringir la implementación de estas herramientas.

Alcanzar el dominio técnico necesario para la adquisición de imágenes en el POCUS cardiaco es relativamente sencillo. Sin embargo, una interpretación adecuada requiere de un conocimiento a fondo de las circunstancias fisiopatológicas; esto resalta la posibilidad de tomar decisiones de manejo erróneas que son el resultado de una interpretación equivocada⁷⁵. Por esta razón, es importante educar a los residentes y médicos de los diferentes programas de anestesiología y cuidados intensivos con respecto al uso de estas herramientas, las cuales pueden contribuir a optimizar el diagnóstico y el manejo de esta población especial de pacientes⁷⁶, con énfasis en la creciente complejidad de morbilidad obstétrica. Este abordaje podría incluso tener un impacto global sobre la mortalidad materna prevenible, una meta a la que aspiran todas las organizaciones tales como la Organización Mundial de la Salud⁷⁷.



Si bien es cierto que los dispositivos manuales ofrecen numerosos beneficios, incluyendo su característica portátil, la simplicidad para su uso y la capacidad de sincronizarlos con un teléfono celular o con una tableta en diferentes situaciones, la calidad de sus imágenes todavía es inferior a la de los equipos convencionales. En resumen, a medida que los anestesiólogos desarrollen habilidades en esta área y mejoren las tecnologías, todas estas limitaciones eventualmente deben ser superadas.

Conclusiones

El POCUS cardiaco es una herramienta accesible y viable que, junto con la anamnesis, el examen físico y los resultados de los exámenes de laboratorio, puede resultar beneficioso durante la valoración cardiovascular preoperatoria de las pacientes obstétricas al proporcionar datos hemodinámicos tanto cualitativos y cuantitativos. Si bien el POCUS cardiaco no está diseñado para sustituir a la ecocardiografía formal, la cual seguirá siendo el dominio de los anestesiólogos cardiovasculares y de los cardiólogos, puede jugar un papel valioso en situaciones en las cuales el acceso a estas especialidades es limitado o en áreas en donde simplemente no están disponibles. Existe una falta de evidencia en este campo, probablemente debido a la heterogeneidad de la población obstétrica y la reciente disponibilidad de esta información. Se requieren más estudios con mejor calidad metodológica. Sin embargo, a la luz de los nuevos avances en la tecnología ecográfica, los beneficios del POCUS cardiaco son evidentes.



Conflictos de interés: Ninguno declarado por el autor.

Financiamiento: No se recibieron donaciones específicas de organismos públicos ni comerciales, así como tampoco de sectores sin fines de lucro para la presente investigación.

Referencias

1. Auron M, Duran Castillo MY, Garcia OFD. Perioperative management of pregnant women undergoing nonobstetric surgery. *Cleve Clin J Med.* 2021;88:27-34. <https://doi.org/10.3949/ccjm.88a.18111>
2. Meng ML, Arendt KW. Obstetric Anesthesia and Heart Disease: Practical Clinical Considerations. *Anesthesiology.* 2021;135(1):164-83. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003833>
3. Simón-Polo E, Catalá-Ripoll JV, Monsalve-Naharro JÁ, Gerónimo-Pardo M. Cardiac output and the pharmacology of general anesthetics: a narrative review. *Colombian Journal of Anesthesiology.* 2023;51(4):e1074. <https://doi.org/10.5554/22562087.e1074>
4. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, Hall TS, Abdelhamit M, Barbato E, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *Eur Heart J.* 2022;43:3826-924. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac270>
5. Silversides CK, Grewal J, Mason J, Sermer M, Kiess M, Rychel V, et al. Pregnancy Outcomes in Women With Heart Disease. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71:2419-30. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.02.076>
6. Elkayam U. How to Predict Pregnancy Risk in an Individual Woman With Heart Disease. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71:2431-3. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.03.492>
7. Arendt KW, Lindley KJ. Obstetric anesthesia management of the patient with cardiac disease. *Int J Obstet Anesth.* 2019;37:73-85. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2018.09.011>
8. Wong A, Chew M, Hernandez G. Using ultrasound in ICU. *Intensive Care Med.* 2023;49:563-5. <https://doi.org/10.1007/s00134-023-07023-w>
9. Cheong I, Otero Castro V, Gómez RA, Merlo PM, Tamagnone FM. Transthoracic echocardiography of patients in prone position ventilation during the COVID-19 pandemic: an observational and retrospective study. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2022;38:2303-9. <https://doi.org/10.1007/s10554-022-02659-z>
10. Lenk T, Whittle J, Miller TE, Williams DGA, Bronshteyn YS. Focused cardiac ultrasound in preoperative assessment: the perioperative provider's new stethoscope? *Perioper Med.* 2019;8:16. <https://doi.org/10.1186/s13741-019-0129-8>



11. Johri AM, Glass C, Hill B, Reisinger N, Liblik K, Galen BT, et al. The Evolution of Cardiovascular Ultrasound: A Review of Cardiac Point-of-Care Ultrasound (POCUS) Across Specialties. *Am J Med.* 2023;136:621-8. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2023.02.020>
12. Papa FdeV. Focused cardiac ultrasound in anesthetic practice: technique and indications. *Braz J Anesthesiol Engl Ed.* 2020;70:288-94. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2020.06.006>
13. Kirkpatrick JN, Grimm R, Johri AM, Raza S, Thorson K, Turner J, 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;33:409-22. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2020.01.008>
14. Griffiths SE, Waight G, Dennis AT. Focused transthoracic echocardiography in obstetrics. *BJA Educ.* 2018;18:271-6. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2018.06.001>
15. Say L, Chou D, Gemmil A, Tunçalpet Ö, Moller AB, Daniels J, et al. Global causes of maternal death: a WHO systematic analysis. *Lancet Glob Health.* 2014;2(6):E323-33. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(14\)70227-X](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(14)70227-X)
16. Kotit S, Yacoub M. Cardiovascular adverse events in pregnancy: A global perspective. *Glob Cardiol Sci Pract.* 2021;2021(1):1-14. <https://doi.org/10.21542/gcsp.2021.5>
17. Lennox DC, Marr L. Scottish confidential audit of severe maternal morbidity: reducing avoidable harm. 10th annual report. (Data from 2012 and 10-year summary). Healthcare Improvement Scotland. [Internet]. [citado 30 Ene 2024]. Disponible en: https://www.nhstaysidecdn.scot.nhs.uk/NHSTaysideWeb/idcplg?IdcService=GET_SEC_URE_FILE&dDocName=PROD_206738&Rendition=web&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&noSaveAs=1
18. Lima FV, Yang J, Xu J, Stergiopoulos K. National Trends and In-Hospital Outcomes in Pregnant Women With Heart Disease in the United States. *Am J Cardiol.* 2017;119:1694-700. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2017.02.003>
19. Hettiarachchi A, et al. Heart disease complicating pregnancy as a leading cause of maternal deaths in LMIC settings: the Sri Lankan experience. *Lancet Reg Health - Southeast Asia.* 2023;15:100223. <https://doi.org/10.1016/j.lansea.2023.100223>
20. Martin JA, Hamilton BE, Ventura SJ, Osterman MJK, Mathews TJ. National Vital Statistics Reports. 2013;62(1):1-70. [Internet]. [citado 30 Ene 2024]. Disponible en: https://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr62/nvsr62_01.pdf
21. Kassebaum NJ, et al. Global, regional, and national levels of maternal mortality, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet.* 2016;388:1775-812. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31470-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31470-2)
22. Mhyre JM, et al. Cardiac Arrest during Hospitalization for Delivery in the United States, 1998-2011. *Anesthesiology.* 2014;120:810-8.



<https://doi.org/10.1097/ALN.000000000000159>

23. Liu S, Elkayam U, Naqvi TZ. Echocardiography in Pregnancy: Part 1. Curr Cardiol Rep. 2016;18:92. <https://doi.org/10.1007/s11886-016-0760-7>

24. Siu SC, Lee DS, Rashid M, Fang J, Austin PC, Silversides CK. Long-Term cardiovascular outcomes after pregnancy in women with heart disease. 2021;10(11). <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.020584>

25. Easter SR, Hameed AB, Shamshirsaz A, Fox K, Zelop CM. Point of care maternal ultrasound in obstetrics. Am J Obstet Gynecol. 2023;228:509.e1-509.e13. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2022.09.036>

26. Dennis A, Stenson A. The Use of Transthoracic Echocardiography in Postpartum Hypotension. Anesth Analg. 2012;115:1033-7. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31826cde5f>

27. DeFilippis EM, et al. Cardio-Obstetrics and Heart Failure. JACC Heart Fail. 2023;11:1165-1180. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2023.07.009>

28. Sarti A, Lorini FL. Textbook of Echocardiography for Intensivists and Emergency Physicians. Springer International Publishing; 2019.

29. Bergenzaun L, et al. Assessing left ventricular systolic function in shock: evaluation of echocardiographic parameters in intensive care. Crit Care. 2011;15. <https://doi.org/10.1186/cc10368>

30. Mohsin M, et al. Echocardiography in a critical care unit: a contemporary review. Expert Rev Cardiovasc Ther. 2022;20:55-63. <https://doi.org/10.1080/14779072.2022.2036124>

31. Zaidi A, et al. Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Practical Guideline from the British Society of Echocardiography. Echo Res Pract. 2020;7. <https://doi.org/10.1530/ERP-19-0051>

32. Lang RM, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. J Am Soc Echocardiogr. 2015;28:1-39.e14. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>

33. Zern EK, Frank RC, Yucel E. Valvular Heart Disease in the Cardiac Intensive Care Unit. Crit Care Clin. 2023;S0749-0704:300362. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2023.05.002>

34. Orfanelli T, Sultanik E, Shell R, Gibbon D. Nonbacterial thrombotic endocarditis: A rare manifestation of gynecologic cancer. Gynecol Oncol Rep. 2016;17:72-4. <https://doi.org/10.1016/j.gore.2016.05.010>

35. Thomas L, Marwick TH, Popescu BA, Donal E, Badano LP. Left Atrial Structure and Function, and Left Ventricular Diastolic Dysfunction. J Am Coll Cardiol. 2019;73:1961-77. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.01.059>



36. Dennis AT, Solnordal CB. Acute pulmonary oedema in pregnant women. *Anaesthesia*. 2012;67:646-59. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2012.07055.x>
37. Sattin M, Burhani Z, Jaidka A, Millington SJ, Arntfield RT. Stroke Volume Determination by Echocardiography. *Chest*. 2022;161:1598-1605. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2022.01.022>
38. Mercadal J, et al. A simple algorithm for differential diagnosis in hemodynamic shock based on left ventricle outflow tract velocity-time integral measurement: a case series. *Ultrasound J*. 2022;14:36. <https://doi.org/10.1186/s13089-022-00286-2>
39. Vårtun Å, Flo K, Wilsgaard T, Acharya G. Maternal Functional Hemodynamics in the Second Half of Pregnancy: A Longitudinal Study. *PLOS ONE*. 2015;10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135300>
40. Zieleskiewicz L, et al. Can point-of-care ultrasound predict spinal hypotension during caesarean section? A prospective observational study. *Anaesthesia*. 2018;73:15-22. <https://doi.org/10.1111/anae.14063>
41. Kearney D, Reisinger N, Lohani S. Integrative Volume Status Assessment. *POCUS J*. 2022;7:65-77. <https://doi.org/10.24908/pocus.v7iKidney.15023>
42. Kaptein EM, Kaptein MJ. Inferior vena cava ultrasound and other techniques for assessment of intravascular and extravascular volume: an update. *Clin Kidney J*. 2023;16:1861-77. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfad156>
43. Qasem F, Hegazy AF, Fuller JG, Lavi R, Singh SI. Inferior vena cava assessment in term pregnant women using ultrasound: A comparison of the subcostal and right upper quadrant views. *Anaesth Intensive Care*. 2021;49:389-94. <https://doi.org/10.1177/0310057X211034181>
44. Zieleskiewicz L, Bouvet L, Einav S, Duclos G, Leone M. Diagnostic point-of-care ultrasound: applications in obstetric anaesthetic management. *Anaesthesia*. 2018;73:1265-1279. <https://doi.org/10.1111/anae.14354>
45. Oba T, et al. The inferior vena cava diameter is a useful ultrasound finding for estimating blood loss. *J Clin Monit Comput*. 2020;34:1145-1152. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2019 Oct;32(19):3251-4. <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1462321>
46. 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;55:103880. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2023.103880>
47. Hernandez C, Reed K, Cohen W. Changes in maternal inferior vena cava measurements in an obstetrical term population: is it a reliable predictor of fluid status? *Am J Obstet Gynecol*. 2015;212:S231-2.



<https://doi.org/10.1016/j.ajog.2014.10.496>

48. Massalha M, Faranish R, Romano S, Salim R. Decreased inferior vena cava diameter as an early marker in postpartum hemorrhage. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2022;59:234-40.

<https://doi.org/10.1002/uog.23695>

49. Mielnicki W, Dyla A, Zawada T. Utility of transthoracic echocardiography (TTE) in assessing fluid responsiveness in critically ill patients - a challenge for the bedside sonographer. *Med Ultrason*. 2016;18:508.

<https://doi.org/10.11152/mu-880>

50. Dennis AT. Transthoracic echocardiography in obstetric anaesthesia and obstetric critical illness. *Int J Obstet Anesth*. 2011;20:160-8.

<https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2010.11.007>

51. Vaidy A, O'Corragain O, Vaidya A. Diagnosis and Management of Pulmonary Hypertension and Right Ventricular Failure in the Cardiovascular Intensive Care Unit. *Crit Care Clin*. 2024;40:121-35.

<https://doi.org/10.1016/j.ccc.2023.05.003>

52. Vaidya A, et al. Virtual echocardiography screening tool to differentiate hemodynamic profiles in pulmonary hypertension. *Pulm Circ*. 2020;10:1-10.

<https://doi.org/10.1177/2045894020950225>

53. Opatowsky AR, et al. A Simple Echocardiographic Prediction Rule for Hemodynamics in Pulmonary Hypertension. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2012;5:765-75.

<https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.112.976654>

54. Abduuabbar HSO, Marzouki KMH, Zawawi TH, Khan AS. Pericardial effusion in normal pregnant women. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 1991;70:291-4.

<https://doi.org/10.3109/00016349109007874>

55. Pacheco LD, Shepherd MC, Saade GS. Septic Shock and Cardiac Arrest in Obstetrics. *Obstet Gynecol Clin North Am*. 2022;49:461-71.

<https://doi.org/10.1016/j.ogc.2022.02.002>

56. Padilla CR, Shamshirsaz A. Critical care in obstetrics. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2022;36:209-25.

<https://doi.org/10.1016/j.bpa.2022.02.001>

57. Fernandes RM, Souza AC, Leite BDF, Kawaoka JR. Echocardiographic Evaluation of a Patient in Circulatory Shock: A Contemporary Approach. *ABC Imagem Cardiovasc*. 2023;36:e20230013.

<https://doi.org/10.36660/abcimg.20230013i>

58. Xue W, et al. Septic cardiomyopathy: characteristics, evaluation, and mechanism. *Emerg Crit Care Med*. 2022;2:135-47.

<https://doi.org/10.1097/EC9.0000000000000060>

59. Aksu U. Peripartum cardiomyopathy and ventricular thrombus: A case report and review of literature. *North Clin Istamb*. 2017.



<https://doi.org/10.14744/nci.2017.53254>

60. Heavner MS, et al. Caring for two in the ICU: Pharmacologic management of pregnancy-related complications. *Pharmacother J Hum Pharmacol Drug Ther.* 2023;43:659-74. <https://doi.org/10.1002/phar.2837>

61. Ávila-Reyes D, et al. Point-of-care ultrasound in cardiorespiratory arrest (POCUS-CA): narrative review article. *Ultrasound J.* 2021;13:46. <https://doi.org/10.1186/s13089-021-00248-0>

62. Wiseman D, et al. Echocardiography findings in amniotic fluid embolism: a systematic review of the literature. *Can J Anesth.* 2023;70:151-60. <https://doi.org/10.1007/s12630-022-02343-9>

63. Roth A, Elkayam U. Acute Myocardial Infarction Associated With Pregnancy. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52:171-80. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.03.049>

64. Kalagara H, et al. Point-of-Care Ultrasound (POCUS) for the Cardiothoracic Anesthesiologist. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2022;36:1132-47. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.01.018>

65. Esmailzadeh M, Parsaee M, Maleki M. The role of echocardiography in coronary artery disease and acute myocardial infarction. 2013;8(1):1-13.

66. Pryn A, et al. Cardiomyopathy in pregnancy and caesarean section: Four case reports. *Int J Obstet Anesth.* 2007;16:68-73. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2006.07.006>

67. Maron BJ, et al. Prevalence of Hypertrophic Cardiomyopathy in a General Population of Young Adults: Echocardiographic Analysis of 4111 Subjects in the CARDIA Study. *Circulation.* 1995;92:785-9. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.92.4.785>

68. Goland S, et al. Pregnancy in women with hypertrophic cardiomyopathy: data from the European Society of Cardiology initiated Registry of Pregnancy and Cardiac disease (ROPAC). *Eur Heart J.* 2017;38:2683-90. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx189>

69. Bardhi E, et al. Non-compaction cardiomyopathy in pregnancy: a case report of spongy myocardium in both mother and foetus and systematic review of literature. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2021;34:2910-7. <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1671337>

70. Meng M-L, et al. Anesthetic Care of the Pregnant Patient With Cardiovascular Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2023;147. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001121>

71. Thorne S. Risks of contraception and pregnancy in heart disease. *Heart.* 2006;92:1520-5. <https://doi.org/10.1136/hrt.2006.095240>

72. Narayanan M, Elkayam U, Naqvi TZ. Echocardiography in Pregnancy: Part 2. *Curr Cardiol Rep.* 2016;18:90.



<https://doi.org/10.1007/s11886-016-0761-6>

73. Mcilvaine S, Feinberg L, Spiel M. Cardiovascular disease in pregnancy. 2021;22(11):e747-59. <https://doi.org/10.1542/neo.22-11-e747>

74. Hetea A, Cosconel C, Stanescu AAM, Simionescu AA, Davila C. Alcohol and psychoactive drugs in pregnancy. *Maedica (Bucur)*. 2019;14(4):397–401. <https://doi.org/10.26574/maedica.2019.14.4.397>

75. Blanco P, Volpicelli G. Common pitfalls in point-of-care ultrasound: a practical guide for emergency and critical care physicians. *Crit Ultrasound J*. 2016;8:15. <https://doi.org/10.1186/s13089-016-0052-x>

76. Ortner CM, Padilla C, Carvalho B. Cardiac ultrasonography in obstetrics: a necessary skill for the present and future anesthesiologist. *Int J Obstet Anesth*. 2020;50:103545. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2022.103545>

77. Jolivet RR, et al. Ending preventable maternal mortality: phase II of a multi-step process to develop a monitoring framework, 2016-2030. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2018;18:258. <https://doi.org/10.1186/s12884-018-1763-8>