

## Optimización del manejo del *shock* hipovolémico: ecografía en el punto de cuidado

Optimization of hypovolemic shock management: point-of-care ultrasound

Christian Andrés Cando Pérez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0009-0000-3433-2570>

Andrea Zulay Plaza Rodríguez<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2485-0619>

Joanna Nicole Hidalgo Silva<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1225-5268>

Amilkar Suárez Pupo<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1422-2582>

Galo Ismael Medina Acosta<sup>5</sup> <https://orcid.org/0009-0009-3351-6162>

<sup>1</sup> Hospital de Infectología Dr. José Daniel Rodríguez Maridueña, Guayaquil, Guayas, Ecuador

<sup>2</sup> Hospital Solca Guayaquil, Guayas, Ecuador

<sup>3</sup> Hospital General Dr. Enrique Ortega Moreira, Durán, Guayas, Ecuador

<sup>4</sup> Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador

<sup>5</sup> Hospital General del IESS Babahoyo, Los Ríos, Ecuador

\*Autor para la correspondencia: [christiancp87@hotmail.com](mailto:christiancp87@hotmail.com)

## RESUMEN

**Introducción:** La ecografía en el punto de cuidado (PoCUS) es una herramienta esencial en el manejo del shock hipovolémico, permitiendo evaluaciones rápidas y precisas del estado hemodinámico y guiando intervenciones terapéuticas en entornos críticos.

**Objetivos:** Analizar la efectividad de la PoCUS en la monitorización de la respuesta a fluidos y su integración en protocolos clínicos para optimizar el manejo del shock hipovolémico.

**Métodos:** Se realizó una revisión de literatura en bases de datos como PubMed y Scopus, seleccionando estudios recientes que evalúan la PoCUS en la predicción de la respuesta a fluidos y la función cardíaca, incluyendo maniobras como la elevación pasiva de piernas.

**Resultados:** La PoCUS demostró alta precisión en la predicción de la respuesta a fluidos mediante indicadores como el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior. Sin embargo, se identificaron desafíos como la variabilidad entre operadores y limitaciones técnicas, destacando la necesidad de combinar esta técnica con evaluaciones clínicas integrales.

**Conclusiones:** PoCUS es una herramienta valiosa para el manejo del shock hipovolémico, ofreciendo una guía precisa y no invasiva para la reanimación con fluidos. Su implementación requiere protocolos estandarizados y capacitación especializada para maximizar su impacto clínico.

**Palabras clave:** PoCUS; shock hipovolémico; reanimación con fluidos; ecografía crítica.

## ABSTRACT

**Introduction:** Point-of-care ultrasound (PoCUS) is a crucial tool in managing hypovolemic shock, enabling rapid and accurate hemodynamic assessments and guiding therapeutic interventions in critical settings.

**Objectives:** To analyze the effectiveness of PoCUS in monitoring fluid responsiveness and its integration into clinical protocols for optimizing hypovolemic shock management.

**Methods:** A literature review was conducted using databases such as PubMed and Scopus, focusing on recent studies evaluating PoCUS for predicting fluid responsiveness and cardiac function, including maneuvers like passive leg raise.

**Results:** PoCUS showed high accuracy in predicting fluid responsiveness using indicators like the collapsibility index of the inferior vena cava. Challenges such as operator variability and technical limitations underscore the need for integrating this tool with comprehensive clinical assessments.

**Conclusions:** PoCUS is a valuable tool for hypovolemic shock management, providing precise and non-invasive guidance for fluid resuscitation. Its implementation requires standardized protocols and specialized training to maximize clinical impact.

**Keywords:** PoCUS; hypovolemic shock; fluid resuscitation; critical ultrasound.

Recibido: 20/10/2024

Aprobado: 02/11/2024

## Introducción

La ecografía en el punto de cuidado (PoCUS, por sus siglas en inglés) ha evolucionado desde su introducción, marcando una revolución en el manejo del *shock* hipovolémico, especialmente en entornos críticos donde las decisiones rápidas y precisas son vitales. Originalmente utilizada por los intensivistas para guiar procedimientos y evaluar rápidamente el estado hemodinámico, la PoCUS se ha establecido como una herramienta diagnóstica esencial en la medicina de emergencia y cuidados intensivos. Estudios iniciales destacaron su utilidad en la rápida identificación de la etiología del *shock*, ofreciendo una alternativa no invasiva y eficiente frente a métodos más tradicionales como la radiografía de tórax y la auscultación, insuficientes para detectar congestiones pulmonares en fallos cardíacos. <sup>(1,2)</sup>

Con el tiempo, la implementación de ultrasonografías portátiles y económicas facilitó la expansión de su uso, siendo reconocida internacionalmente como una competencia esencial para médicos en cuidados críticos a finales de los noventa. Protocolos como RUSH (*Rapid Ultrasound in Shock*) y otros similares fueron desarrollados para estandarizar la evaluación de la volemia y la función cardíaca, y para detectar obstrucciones que pudiesen causar *shock*. La capacidad de la PoCUS para ofrecer diagnósticos rápidos y precisos ha permitido integrar de manera más efectiva la ecografía dentro de los protocolos de manejo de pacientes en estado crítico, mejorando significativamente los tiempos de respuesta en emergencias y la calidad del cuidado. <sup>(3,4)</sup>

Así, la tecnología de ultrasonido portátil ha demostrado su valor en entornos críticos para la toma de decisiones terapéuticas en pacientes con *shock* hipovolémico. Los dispositivos de ultrasonido portátiles son cada vez más accesibles y fáciles de usar,

facilitando evaluaciones inmediatas y precisas y mejorando el manejo de la volemia y la función cardíaca en tiempo real. <sup>(5,6)</sup>

Las investigaciones recientes se han enfocado en la validación de protocolos específicos como RUSH y BLUE (*Bedside Lung Ultrasound in Emergency*), destacando su eficacia para determinar rápidamente la causa del *shock* y dirigir la resucitación adecuada. Además, la adopción de técnicas avanzadas como la ecocardiografía transesofágica está ampliando las capacidades diagnósticas de la PoCUS, permitiendo una evaluación más detallada de la anatomía y la función cardíaca que resulta vital en pacientes críticamente enfermos. <sup>(4,6)</sup>

El uso de la exploración ultrasonográfica en tiempo real está siendo impulsado no solo por sus aplicaciones clínicas sino también por su impacto educativo. La capacitación en PoCUS está siendo integrada en los currículos de medicina de urgencias y cuidados intensivos, lo cual destaca su importancia en la formación médica moderna. Esta tendencia señala un cambio hacia una mayor dependencia en herramientas de diagnóstico rápidas y menos invasivas, reflejando un movimiento hacia una medicina más dinámica y adaptativa en entornos de alta presión. <sup>(5,6)</sup>

La adopción de la PoCUS en la evaluación del *shock* hipovolémico en entornos críticos no solo está redefiniendo las prácticas de diagnóstico rápido, sino que también está estableciendo un nuevo estándar de cuidado, lo que posiblemente se traduzca en mejores resultados clínicos y una optimización del manejo de los recursos en la atención crítica. <sup>(1,3,4)</sup>

Los objetivos de este trabajo son analizar de manera exhaustiva el rol de la ecografía en el punto de cuidado para el diagnóstico y manejo del *shock* hipovolémico en entornos críticos, evaluando su capacidad para realizar una valoración rápida del estado volumétrico y facilitar el diagnóstico diferencial en situaciones de emergencia. Esta revisión se enfoca en sintetizar el conocimiento existente sobre la

efectividad de protocolos estandarizados como el uso de la vena cava inferior (IVC, por sus siglas en inglés) y técnicas avanzadas de monitoreo continuo para guiar la reanimación fluida y el tratamiento en tiempo real. Además, se consideran los desafíos y limitaciones actuales de la PoCUS, así como la importancia de la capacitación en su uso, con el fin de maximizar su precisión diagnóstica y su integración segura y eficaz en la práctica clínica.

Esta revisión se justifica por las brechas persistentes en la literatura sobre la precisión y aplicabilidad de la evaluación ultrasonográfica en pacientes con sospecha de *shock* hipovolémico. Aunque la PoCUS se ha integrado cada vez más en cuidados intensivos, aún existen desafíos en la estandarización de protocolos y la competencia de los operadores, lo cual subraya la necesidad de un análisis actualizado. Además, el avance de técnicas como la evaluación de la vena cava inferior y el monitoreo dinámico para la respuesta a fluidos plantea nuevas oportunidades y preguntas en su uso clínico. Esta revisión busca consolidar el conocimiento actual y señalar áreas de investigación futura, optimizando el papel de la PoCUS en el diagnóstico y tratamiento de esta condición crítica.

## Métodos

Para este análisis, se seleccionaron estudios primarios que evalúan el uso del ultrasonido en el punto de atención (PoCUS) en el diagnóstico y manejo del *shock* hipovolémico, con un enfoque particular en la evaluación dinámica de la carga de volumen y la función cardíaca. Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos como PubMed, Scopus, y Web of Science, utilizando palabras clave relevantes y combinaciones de términos como «PoCUS», «*shock* hipovolémico», «reanimación con fluidos», «evaluación de volumen», y «respuesta a fluidos». Se incluyeron artículos publicados en los últimos cinco años, en inglés y español, para asegurar la actualidad y relevancia de los datos recopilados. La selección de

estudios se basó en la relevancia clínica y metodológica, excluyendo aquellos con una muestra pequeña o metodologías deficientes. Además, se examinaron las referencias de los estudios seleccionados para identificar investigaciones adicionales pertinentes.

Esta revisión sintetiza la evidencia de estudios observacionales y ensayos controlados aleatorizados para proporcionar una visión comprensiva del papel de la PoCUS en situaciones críticas, destacando tanto sus capacidades diagnósticas como sus limitaciones prácticas. Este enfoque permite identificar no solo los beneficios del uso de la PoCUS en el tratamiento del *shock* hipovolémico, sino también los desafíos y limitaciones que enfrentan los clínicos en la interpretación de sus hallazgos en entornos de emergencia.

## Desarrollo

### **Evaluación por ultrasonido de la vena cava inferior en el shock hipovolémico**

La ecografía de la vena cava inferior, conocida por sus siglas en inglés como IVC, es un método no invasivo, rápido y repetible que desempeña un papel fundamental en la evaluación del estado de volumen intravascular en pacientes con *shock* hipovolémico. Esta técnica permite una valoración rápida y precisa sin necesidad de procedimientos invasivos, lo que la convierte en una herramienta indispensable en entornos de emergencia. <sup>(7)</sup>

Las mediciones se realizan con el paciente en posición supina, visualizando la IVC en sección sagital con una sonda convexa en el área subxifoidea, donde el hígado actúa como ventana acústica. Durante la respiración, se registran los diámetros mínimo y máximo de la IVC utilizando el ultrasonido en modo «M». <sup>(8)</sup> Estas mediciones ayudan

a los clínicos a evaluar la respuesta del paciente a la administración de fluidos; por ejemplo, una disminución en el índice de colapsabilidad de la IVC (IVC-CI, por sus siglas en inglés) tras un bolo de fluidos indica una mejora en el estado volumétrico.

(8,9)

A pesar de sus ventajas, la ecografía de la IVC presenta limitaciones. Factores como la ventilación mecánica, la función del corazón derecho y la presión intraabdominal pueden alterar las mediciones de la IVC, lo que requiere que esta técnica se interprete en conjunto con otros parámetros clínicos y no se utilice como el único método para evaluar el estado de volumen. <sup>(10)</sup>

La ecografía de la IVC, especialmente la medición del índice de distensibilidad de la vena cava inferior (IVC-DI, por sus siglas en inglés), ha demostrado ser un método confiable y preciso para evaluar la respuesta a fluidos en pacientes con *shock* hipovolémico. Su alta sensibilidad y especificidad hacen que sea una herramienta valiosa para guiar la administración de fluidos en situaciones críticas, pero debe emplearse como parte de una evaluación integral que incluya la observación clínica y otros indicadores hemodinámicos para una gestión óptima del paciente. <sup>(8)</sup>

## **Precisión del ultrasonido en reanimación con fluidos en pacientes críticos**

El signo de imagen por ecografía denominado: «la vena cava plana», es en el que el diámetro anteroposterior es menor a 9 mm e indica hipovolemia significativa en pacientes traumatizados. <sup>(10)</sup> Este método visualiza los cambios dinámicos en la IVC durante la respiración para determinar el IVC-CI, siendo un valor alto un fuerte indicador de hipovolemia. <sup>(9,10)</sup>

La correlación entre las mediciones de la IVC y la presión venosa central (CVP, por sus siglas en inglés) es significativa, con el IVC-CI mostrando una relación inversa

con la CVP, proporcionando una manera no invasiva de evaluar el estado de volumen, especialmente útil en emergencias.<sup>(9)</sup> En pacientes que respiran espontáneamente, el IVC-CI ha demostrado su valor para detectar hipovolemia y predecir la respuesta a fluidos, aunque los puntos de corte pueden variar debido a la edad y las condiciones subyacentes.<sup>(11)</sup>

En pacientes ventilados mecánicamente, el índice de distensibilidad de la IVC (IVC-DI, por sus siglas en inglés) se calcula para predecir la respuesta a los fluidos. Los estudios han encontrado que valores específicos del IVC-DI son indicativos de una adecuada reanimación con fluidos, con sensibilidades y especificidades que varían según la situación clínica.<sup>(8,11)</sup>

Además, el índice diámetro de la vena cava inferior y la arteria aorta (IVC/Ao, por sus siglas en inglés) se ha evaluado en pacientes pediátricos para definir el estado volumétrico, pero su aplicabilidad en adultos sigue siendo menos clara, lo que requiere interpretaciones cuidadosas en estos casos.<sup>(11)</sup>

Es de suma importancia tener en cuenta que las mediciones de la IVC están influenciadas por varios factores como la hiperinflación pulmonar, el neumotórax y la obesidad. Además, la relación entre las mediciones de la IVC y el volumen intravascular no siempre es lineal, especialmente en escenarios clínicos complejos, lo que exige que estas evaluaciones se integren con otros parámetros clínicos para una gestión efectiva del paciente en estado crítico.<sup>(11)</sup>

Se ha demostrado de manera consistente que el IVC-DI proporciona una precisión significativamente superior a la de la CVP en la predicción de la respuesta a fluidos en pacientes críticos.<sup>(8)</sup>

En diversas investigaciones realizadas, se han identificado puntos de corte específicos del IVC-DI que destacan su eficacia. Un estudio destacó que un punto de corte de 14,5 en el IVC-DI ofreció una sensibilidad del 100 % y una especificidad del 91,9 %, cifras considerablemente mejores en comparación con la CVP, que mostró una sensibilidad del 50 % y una especificidad del 55 % con un punto de corte

de 8,5 cmH<sub>2</sub>O. Otro estudio complementario del mismo equipo encontró que un IVC-DI superior al 12,6 % proporcionaba una sensibilidad del 80 % y una especificidad del 80 % en la predicción de la respuesta a los fluidos, lo que destaca aún más la utilidad de este parámetro para informar decisiones críticas en el manejo de fluidos en entornos de emergencia. <sup>(8)</sup>

Esta coherencia en los resultados subraya la relevancia del IVC-DI como herramienta confiable y efectiva para guiar las intervenciones terapéuticas en el manejo del *shock* hipovolémico, proporcionando una base sólida para la implementación de protocolos de fluidoterapia más precisos y personalizados.

### **Diferenciación de tipos de shock utilizando la PoCUS en críticos**

La ecografía en el punto de atención se ha establecido como una herramienta fundamental para diferenciar entre los distintos tipos de shock en contextos de emergencia. Mediante el uso de hallazgos ecográficos específicos, es posible identificar eficazmente el shock hipovolémico, cardiogénico, obstructivo y distributivo.

En situaciones de shock hipovolémico, la POCUS revela una vena cava inferior colapsada con variaciones significativas durante la respiración. El ventrículo izquierdo puede parecer poco lleno, mostrando ocasionalmente el signo de «ventrículos besándose», lo cual sugiere una precarga inadecuada y es altamente sensible y específico para identificar este tipo de shock. <sup>(12)</sup>

En el diagnóstico de shock cardiogénico, la PoCUS facilita una evaluación rápida de la función ventricular izquierda. Se pueden observar una fracción de eyección reducida y anomalías en el movimiento de la pared ventricular. Hallazgos adicionales como dilataciones en las cámaras cardíacas y regurgitación mitral significativa son indicativos de malos pronósticos, proporcionando una alta especificidad en el diagnóstico de shock cardiogénico. <sup>(12)</sup>

La PoCUS también es excepcionalmente útil en la identificación de shock

obstructivo, demostrando la más alta razón de verosimilitud positiva entre los tipos de shock. Signos de taponamiento cardíaco como efusión pericárdica y colapso del ventrículo derecho, así como indicadores de embolia pulmonar masiva incluyendo dilatación y disfunción del ventrículo derecho, son fundamentales para este diagnóstico. <sup>(2,12)</sup>

En casos de shock distributivo, como el shock séptico, la PoCUS puede mostrar un ventrículo izquierdo hiperdinámico con aumento del gasto cardíaco y reducción de la resistencia vascular sistémica. La colapsabilidad de la IVC y signos de vasodilatación son discriminadores útiles para este estado. <sup>(12,13)</sup>

Finalmente, es esencial considerar que el shock puede ser multifactorial, especialmente en pacientes complejos y mayores. Un enfoque integral que incluya evaluación de la función cardíaca, IVC, ultrasonografía pulmonar y evaluación de congestión venosa proporciona un diagnóstico más completo. Metaanálisis han demostrado que la POCUS posee alta sensibilidad y especificidad para diferenciar entre los tipos de shock, con un área bajo la curva de características operativas del receptor cercana a 0,95, destacando su valor como herramienta diagnóstica rápida y no invasiva en entornos de emergencia. <sup>(2,14)</sup>

## **Evaluación pulmonar para el diagnóstico diferencial del shock hipovolémico**

Ante la sospecha de que un paciente presente un shock hipovolémico debemos descartar otras afecciones que presentan características clínicas similares. El diagnóstico preciso y rápido tanto de neumotórax como de edema pulmonar agudo se puede garantizar con una ecografía en el punto de cuidado. Para identificar neumotórax, esta técnica detecta la falta de deslizamiento pleural, un claro indicador de la separación entre las pleuras parietal y visceral. También se observan líneas A, indicativas de un pulmón aireado, mientras que la ausencia de líneas B

puede señalar aire libre en el espacio pleural, ofreciendo ventajas significativas sobre las radiografías de tórax y tomografías computarizadas en términos de sensibilidad y especificidad. <sup>(15)</sup>

En la evaluación del edema pulmonar agudo, la presencia de múltiples líneas B confluentes es un marcador diagnóstico clave. Este patrón de «cola de cometa» facilita la evaluación rápida y efectiva, crucial para la diferenciación entre los diversos tipos de shock. <sup>(15)</sup>

Además, esta modalidad de ultrasonido ha probado ser altamente precisa para identificar diferentes tipos de shock, particularmente útil cuando el neumotórax o el edema pulmonar son factores contribuyentes. Estudios muestran que la ecografía tiene una sensibilidad de 0,82 y una especificidad de 0,98 para el shock obstructivo, y para el shock cardiogénico, una sensibilidad de 0,78 y una especificidad de 0,96. <sup>(2)</sup>

La implementación de esta tecnología en la evaluación inicial de pacientes con síntomas de disnea mejora significativamente la precisión diagnóstica en entornos críticos, como los departamentos de emergencia y las unidades de cuidados intensivos, ofreciendo diagnósticos más rápidos y precisos que otras herramientas disponibles. <sup>(3)</sup> Este diagnóstico temprano es crucial para la gestión eficaz de pacientes en estado crítico, influenciando directamente las decisiones de tratamiento.

Es importante considerar que la efectividad de la ecografía depende considerablemente de la habilidad del operador y las características del paciente. Un conocimiento exhaustivo de la anatomía pulmonar y la habilidad para realizar escaneos detallados son esenciales para asegurar la precisión diagnóstica. Además, esta técnica ayuda a identificar anomalías pleurales y parenquimatosas, proporcionando un diagnóstico más comprensivo. <sup>(1)</sup>

**PoCUS y la administración de fluidos y medicamentos en shock**

## **hipovolémico**

En el manejo del shock hipovolémico, la PoCUS proporciona una base sólida para ajustes precisos en la administración de fluidos y medicamentos conforme cambia el estado hemodinámico del paciente. Este método permite una evaluación detallada y continua de aspectos críticos como el volumen circulante, la precarga, la función sistólica biventricular y el estado de llenado venoso. La capacidad de la PoCUS para integrar estas mediciones resulta decisiva para implementar intervenciones terapéuticas bien fundamentadas. <sup>(16)</sup>

La integración de la PoCUS con datos clínicos y biohumorales como el tiempo de relleno capilar y los niveles de lactato, aumenta la eficacia de esta herramienta. Esta práctica permite a los clínicos confirmar la eficacia de las intervenciones y ajustarlas conforme a las necesidades específicas de perfusión y función orgánica, contribuyendo a un manejo simplificado, pero extremadamente preciso de los pacientes en shock. <sup>(16)</sup>

Además, las técnicas avanzadas de la PoCUS, como la ecocardiografía Doppler dirigida, complementan estos estudios al proporcionar información cuantitativa sobre las velocidades de flujo y las presiones a través de las estructuras cardíacas, facilitando decisiones informadas sobre la necesidad de cristaloides, diuresis o ultrafiltración, adaptadas a las condiciones hemodinámicas particulares del paciente. <sup>(17)</sup>

## **Elevación pasiva de piernas y PoCUS para predecir y mejorar la reactividad a fluidos**

La maniobra de elevación pasiva de piernas, combinada con la ecografía en el punto de cuidado, ha sido estudiada ampliamente para determinar su efectividad en la predicción y mejora de la respuesta a la reanimación con fluidos en pacientes con shock hipovolémico. Douglas y colaboradores <sup>(18)</sup> evaluaron mediante un ensayo

clínico aleatorizado multicéntrico la eficacia de las medidas dinámicas, como el cambio en el volumen sistólico durante la PLR, para guiar la reanimación en pacientes con shock séptico. Los hallazgos revelaron que esta técnica no solo es segura, sino que también contribuye a un menor balance neto de fluidos y reduce el riesgo de complicaciones renales y respiratorias.

Elwan y otros <sup>(19)</sup> investigaron la precisión de la PLR, monitoreada mediante tecnología no invasiva de medición del gasto cardíaco, para prever la respuesta a la reanimación con fluidos en emergencias. Descubrieron que los cambios en el volumen sistólico medidos con PLR tienen una correlación moderada con los bolos de fluidos administrados, ofreciendo una precisión razonable para predecir la respuesta fluida, superando a otros parámetros comúnmente utilizados en emergencias.

Pourmand y colaboradores <sup>(20)</sup> evaluaron la utilidad de la ecografía al pie de la cama para la estimación del estado de volumen en pacientes críticos. Resaltaron que la combinación de la PoCUS y PLR ofrece una alternativa no invasiva, costo-efectiva y eficiente para evaluar tanto el estado de volumen como la reactividad a la reanimación con fluidos. Además, subrayaron que la evaluación ecográfica de la vena cava inferior podría proveer información esencial sobre la capacidad de respuesta a fluidos.

Estos estudios colectivamente sugieren que la PLR, en conjunto con la ecografía al pie de la cama, constituye una herramienta prometedora para anticipar y mejorar la respuesta a fluidos en pacientes con shock hipovolémico. Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones para confirmar definitivamente su impacto en los resultados clínicos.

## **Impacto de los programas de capacitación y certificación en la competencia de la PoCUS**

La influencia de los programas de capacitación y certificación en la competencia de los médicos para emplear la ecografía en el punto de cuidado en entornos clínicos críticos ha sido objeto de diversos estudios, revelando aspectos cruciales sobre la efectividad de estos programas. Rajamani y colaboradores <sup>(21)</sup> concluyeron que los cursos cortos de la PoCUS son insuficientes para desarrollar competencia plena, observando que solo un 6,6 % de los médicos alcanzaron la competencia tras dichos cursos. El principal impedimento para la mayoría fue la falta de tiempo, dificultades de acceso a equipos o supervisión adecuados. Recomiendan que los programas de capacitación incluyan práctica supervisada en escenarios clínicos reales, con tiempo protegido para el aprendizaje. <sup>(22)</sup>

En una revisión sistemática, Rajamani y otros <sup>(21)</sup> resaltaron la escasez de evidencia de alta calidad sobre programas de competencia en la PoCUS. Muchos estudios omitían detalles críticos sobre la metodología empleada, como la experiencia previa de los participantes y los criterios de evaluación utilizados, subrayando la necesidad de diseñar estudios longitudinales que aborden estos vacíos para fortalecer la formación en la PoCUS.

Por su parte, Kumar y colaboradores <sup>(23)</sup> sugieren que la evaluación de la competencia debe abarcar la adquisición y aplicación de conocimientos, la demostración de habilidades técnicas y la integración de estas capacidades en la práctica clínica diaria. Proponen que estas evaluaciones se realicen en una variedad de entornos, desde simulaciones hasta interacciones clínicas reales, para asegurar una formación comprehensiva y aplicable. <sup>(23)</sup>

Mackay y otros. <sup>(24)</sup> identificaron que un programa de capacitación autodirigido basado en simulación no fue suficiente para lograr una competencia efectiva en la PoCUS, destacando la importancia de la supervisión y la retroalimentación directa de instructores como elementos esenciales para el éxito de los programas de formación.

Finalmente, Walter y colaboradores <sup>(25)</sup> y Mackenzie <sup>(26)</sup> abordan la necesidad de privilegios de la PoCUS solo para proveedores calificados y la evaluación continua de las habilidades de los proveedores que desean usar PoCUS, respectivamente. Walter y otros argumentan que las instituciones de salud deben evaluar rigurosamente las habilidades de la PoCUS, mientras que Mackenzie enfatiza la importancia de la capacidad de aplicar la PoCUS en la práctica clínica, la cual puede evaluarse mejor a lo largo del tiempo mediante observación directa. <sup>(25,26)</sup>

Estas investigaciones colectivamente subrayan que, aunque la PoCUS es una herramienta potencialmente transformadora en la medicina de urgencias y cuidados intensivos, su implementación efectiva depende críticamente de la profundidad y el rigor de la formación que reciben los profesionales médicos.

## Discusión

En nuestra revisión del uso de la ecografía en el punto de cuidado para monitorizar la reanimación con fluidos, reconocemos la importancia de abordar las controversias existentes con una perspectiva equilibrada y basada en evidencia. Aunque estudios como los de Reynolds y Del Rios<sup>(27)</sup> y Argaiz y colaboradores<sup>(17)</sup> destacan limitaciones y retos en la precisión y aplicación de esta tecnología, su contribución no puede ser subestimada. Subrayamos la relevancia de integrar la ultrasonografía con evaluaciones clínicas detalladas y otros datos diagnósticos para formar una visión más completa del estado del paciente.

En el debate sobre la precisión y consistencia de las maniobras como la elevación pasiva de piernas combinadas con la PoCUS, Chopra y colaboradores <sup>(28)</sup> destacan la variabilidad en la medición del cambio en el índice de volumen sistólico (SVI, por sus siglas en inglés), con una precisión de aproximadamente  $\pm 9$  %. Esta variabilidad plantea desafíos en la toma de decisiones clínicas cuando se utiliza un umbral estricto de 10 % SVI para determinar la reactividad a fluidos. Además, la consistencia

en la determinación de la respuesta a fluidos mostró ser solo del 65,3 % en pacientes críticos, en comparación con el 96 % en voluntarios sanos. <sup>(28)</sup>

En cuanto a las limitaciones tecnológicas, Chopra y otros <sup>(28)</sup> también señalan que la tecnología de biorreactancia, comparada con la termodilución para medir el índice cardíaco, ha demostrado ser poco fiable en estudios previos, con errores de hasta el 82 %. Este hallazgo cuestiona la exactitud de las tecnologías no invasivas empleadas junto con PLR para evaluar la reactividad a fluidos.

Toppen y colaboradores <sup>(29)</sup> examinaron la seguridad y viabilidad de PLR en pacientes con shock indiferenciado, agregando una perspectiva importante sobre la comodidad y seguridad del paciente durante estas maniobras.

En la discusión sobre los límites de la tecnología en la PoCUS, se destacan varios puntos de controversia en relación con su precisión y aplicabilidad clínica. Jones y otros <sup>(30)</sup> señalan la variabilidad interoperador como un factor que puede llevar tanto a sobrediagnóstico como a subtratamiento, resaltando la importancia de una capacitación adecuada para interpretar correctamente los hallazgos de la PoCUS en el contexto clínico. Esta variabilidad en la interpretación sugiere que la experiencia del operador es un componente crucial para la confiabilidad de la PoCUS, un aspecto también respaldado por Wong y colaboradores <sup>(31)</sup>, quienes enfatizan que la falta de estudios concluyentes que muestren mejoras significativas en los resultados de los pacientes puede estar ligada a la disparidad en las habilidades de los operadores.

Respecto a las limitaciones técnicas en anatomías complejas, Baribeau y otros <sup>(32)</sup> mencionan que la tecnología la PoCUS no ha sido adoptada ampliamente en ciertas especialidades, como la anestesiología, en parte debido a los desafíos técnicos que surgen en pacientes con anatomías complicadas. Esto plantea interrogantes sobre la aplicabilidad universal de la PoCUS en todos los entornos clínicos, sugiriendo que su efectividad puede verse reducida en escenarios anatómicamente complejos.

En cuanto al manejo de condiciones críticas como el shock hipovolémico, aunque no se aborda específicamente en estos artículos, Jones y colaboradores <sup>(30)</sup> advierten

que PoCUS no debe considerarse como un reemplazo total de otras herramientas diagnósticas, como el examen físico exhaustivo, la historia clínica y estudios de imagen formales. Este criterio resalta la necesidad de utilizar la PoCUS como una herramienta complementaria en el diagnóstico y monitoreo de estados críticos, evitando una dependencia exclusiva que podría pasar por alto aspectos clínicos esenciales.

Finalmente, la formación adecuada se menciona como un requisito fundamental para maximizar los beneficios de la PoCUS. Blanco y otros <sup>(33)</sup> destacan que, sin un entrenamiento riguroso en el uso de la ecografía, las limitaciones inherentes a la PoCUS podrían intensificarse, comprometiendo la calidad del diagnóstico. Wong y colaboradores <sup>(31)</sup> apoyan esta perspectiva, concluyendo que los hallazgos de la PoCUS deben integrarse en una estrategia de manejo del paciente que considere el contexto clínico general. Desde nuestra perspectiva, estos puntos refuerzan la necesidad de protocolos estandarizados y programas de capacitación estructurados para garantizar que la PoCUS se aplique de manera efectiva, reconociendo sus limitaciones y aprovechando su valor complementario en la práctica clínica.

Apoyamos una formación rigurosa y continua para los clínicos, que incluya tanto la adquisición como la interpretación de imágenes, para maximizar el potencial de la ultrasonografía en el manejo eficaz de los pacientes en estado crítico. Además, sugerimos la necesidad de protocolos claros que guíen su aplicación, enfocando en la estandarización de prácticas que aseguren su efectividad y seguridad. Esto, junto con una investigación continua, facilitará la adopción óptima de esta tecnología en diferentes escenarios clínicos, asegurando que su uso contribuya de manera significativa a mejorar los resultados de la reanimación.

## **Conclusiones**

A través de esta revisión exhaustiva sobre el uso de la ecografía en el punto de cuidado (PoCUS) para la evaluación y manejo del shock hipovolémico en entornos

críticos, hemos consolidado evidencia significativa que demuestra su valor en mejorar la rapidez y precisión diagnóstica. La capacidad de la PoCUS para ofrecer evaluaciones detalladas de la volemia, la función cardíaca y otras condiciones críticas subraya su importancia como herramienta diagnóstica esencial. Sin embargo, la variabilidad en la habilidad del operador y las limitaciones tecnológicas en casos de anatomías complejas o en situaciones críticas como el shock hipovolémico sugieren que la PoCUS debe utilizarse como complemento a otros métodos diagnósticos y no como sustituto total.

## Recomendaciones

**Capacitación:** Se recomienda implementar y mantener programas de capacitación estandarizados que no solo enseñen el uso técnico de la PoCUS, sino que también enfatizan la interpretación de sus hallazgos en el contexto clínico. Esto ayudará a minimizar la variabilidad entre operadores y maximizar la utilidad clínica de la PoCUS.

**Investigación continua:** Se exhorta a cursar estudios adicionales que aborden las brechas identificadas, especialmente investigaciones que exploren la integración de la PoCUS con protocolos clínicos establecidos y su impacto en los resultados a largo plazo de los pacientes con shock hipovolémico.

**Desarrollo de protocolos estandarizados:** Es crucial desarrollar y validar protocolos clínicos que guíen el uso de POCUS en la práctica diaria, asegurando que su aplicación sea tanto segura como efectiva en diversos entornos clínicos.

**Uso complementario de la PoCUS:** Se debe enfatizar el uso de la PoCUS como una herramienta complementaria en el manejo del shock hipovolémico, integrándola con la evaluación clínica completa y otras modalidades diagnósticas para proporcionar una atención más holística y efectiva.

## Referencias bibliográficas

1. Guevarra K, Greenstein Y. Ultrasonography in the Critical Care Unit. *Curr Cardiol Rep.* 2020 Nov 10;22(11):145. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11886-020-01393-z>
2. Yoshida T, Yoshida T, Noma H, Nomura T, Suzuki A, Mihara T. Diagnostic accuracy of point-of-care ultrasound for shock: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2023 May 25;27(1):200.
3. Kok B, Wolthuis D, Bosch F, van der Hoeven H, Blans M. POCUS in dyspnea, nontraumatic hypotension, and shock; a systematic review of existing evidence. *Eur J Intern Med.* 2022 Dec;106:9–38. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2022.07.017>
4. Mancusi C, Carlino MV, Sforza A. Point-of-care ultrasound with pocket-size devices in emergency department. *Echocardiography.* 2019 Sep 8;36(9):1755–64. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/echo.14451>
5. Pourmand A, Pyle M, Yamane D, Sumon K, Frasure SE. The utility of point-of-care ultrasound in the assessment of volume status in acute and critically ill patients. *World J Emerg Med.* 2019;10(4):232. Disponible en: <https://doi.org/10.5847/wjem.j.1920-8642.2019.04.007>
6. Sweeney DA, Wiley BM. Integrated Multiorgan Bedside Ultrasound for the Diagnosis and Management of Sepsis and Septic Shock. *Semin Respir Crit Care Med.* 2021 Oct 20;42(05):641–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1733896>
7. D V. Role of Vena Cava Inferior Ultrasound in Volume Assesment. *Anaesthesia & Critical Care Medicine Journal.* 2023 Jul 18;8(2):1–5. Disponible en: <https://doi.org/10.23880/accmj-16000230>
8. Abd Alfatah MT, Nour –Eldeen T, Diab A. Inferior Vena Cava Dispensability Index versus Central Venous Pressure in Volume Status Assessment in Shocked Patients.

International Journal of Medical Arts. 2023 Oct 1;5(10):3769–75. Disponible en: <https://doi.org/10.21608/ijma.2023.248281.1865>

9. Mahrous M, Al Hassanin A, Sabra M. Correlation of Ultrasound Guided Measurement of Inferior Vena Cava Diameter to Central Venous Pressure to Assess the Volume Status in Septic Shock of Mechanically Ventilated Patients. Al-Azhar International Medical Journal. 2022 Feb 1;3(2):128–33. Disponible en: <https://doi.org/10.21608/aimj.2022.101213.1611>

10. Di Nicolò P, Tavazzi G, Nannoni L, Corradi F. Inferior Vena Cava Ultrasonography for Volume Status Evaluation: An Intriguing Promise Never Fulfilled. J Clin Med. 2023 Mar 13;12(6):2217. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm12062217>

11. Gomes Xavier Filho D, Novais Coutinho AL, de Almeida Barbosa RH, Rodrigues Lopes M, de Oliveira Tenório AP. Inferior Vena Cava Ultrasound for Assessing Volume Status and Fluid Responsiveness in Critically ill Patients: A Systematic Review. ABC Imagem Cardiovascular. 2021 Mar 1;34(3). Disponible en: <https://doi.org/10.47593/2675-312x/20213403eabc193>

12. Ruben M, Molinas MS, Paladini H, Khalife W, Barbagelata A, Perrone S, et al. Emerging concepts in heart failure management and treatment: focus on point-of-care ultrasound in cardiogenic shock. Drugs Context. 2023 Jan 4 12:1–13. Disponible en: <https://doi.org/10.7573/dic.2022-5-8>

13. Ramadan A, Abdallah T, Abdelsalam H, Mokhtar A, Razek AA. Evaluation of parameters used in echocardiography and ultrasound protocol for the diagnosis of shock etiology in emergency setting. BMC Emerg Med. 2023 Nov 9;23(1):132. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12873-023-00902-x>

14. Théry G, Gascon V, Fraile V, Ochagavia A, Hamzaoui O. How to use echocardiography to manage patients with shock? Medicina Intensiva (English

Edition). 2024 Apr;48(4):220–30. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.medine.2023.10.017>

15. Gayen S, Kim JS, Desai P. Pulmonary Point-of-Care Ultrasonography in the Intensive Care Unit. AACN Adv Crit Care. 2023 Jun 15;34(2):113–8. Disponible en:  
<https://doi.org/10.4037/aacnacc2023550>

16. CIBINEL GA. POCUS shock management: point-of-care ultrasound in the integrated management of shock. Italian Journal of Emergency Medicine. 2022 Aug 11(2). Disponible en: <https://doi.org/10.23736/s2532-1285.22.00151-3>

17. Argaiz ER, Koratala A, Reisinger N. Comprehensive Assessment of Fluid Status by Point-of-Care Ultrasonography. Kidney360. 2021 Aug;2(8):1326–38. Disponible en:  
<https://doi.org/10.34067/KID.0006482020>

18. Douglas IS, Alapat PM, Corl KA, Exline MC, Forni LG, Holder AL, et al. Fluid Response Evaluation in Sepsis Hypotension and Shock. Chest. 2020 Oct;158(4):1431–45. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.04.025>

19. Elwan M, Roshdy A, Elsharkawy E, Eltahan S, Coats T. Can passive leg raise predict the response to fluid resuscitation in ED? BMC Emerg Med. 2022 Oct 26;22(1):172. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12873-022-00721-6>

20. Pourmand A, Pyle M, Yamane D, Sumon K, Frasure SE. The utility of point-of-care ultrasound in the assessment of volume status in acute and critically ill patients. World J Emerg Med. 2019;10(4):232. Disponible en:  
<https://doi.org/10.5847/wjem.j.1920-8642.2019.04.007>

21. Rajamani A, Shetty K, Parmar J, Huang S, Ng J, Gunawan S, et al. Longitudinal Competence Programs for Basic Point-of-Care Ultrasound in Critical Care. Chest. 2020 Sep;158(3):1079–89. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.03.071>

22. Rajamani A, Miu M, Huang S, Elbourne-Binns H, Pracher F, Gunawan S, et al. Impact of Critical Care Point-of-Care Ultrasound Short-Courses on Trainee Competence. *Crit Care Med*. 2019 Sep;47(9):e782–4.
23. Kumar A, Kugler J, Jensen T. Evaluation of Trainee Competency with Point-of-Care Ultrasonography (POCUS): a Conceptual Framework and Review of Existing Assessments. *J Gen Intern Med*. 2019 Jun 28;34(6):1025–31. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11606-019-04945-4>
24. Mackay FD, Zhou F, Lewis D, Fraser J, Atkinson PR. Can You Teach Yourself Point-of-care Ultrasound to a Level of Clinical Competency? Evaluation of a Self-directed Simulation-based Training Program. *Cureus*. 2018 Sep 17; Disponible en: <https://doi.org/10.7759/cureus.3320>
25. Walter JM, Satterwhite L, Lyn-Kew KE. POINT: Should the Use of Diagnostic Point-of-Care Ultrasound in Patient Care Require Hospital Privileging/Credentialing? Yes. *Chest*. 2020 Mar;157(3):496–8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2019.10.041>
26. Mackenzie DC. “I Know It When I See It.” *Chest*. 2020 Sep;158(3):844–5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.04.055>
27. Reynolds JC, Del Rios M. Point-of-care cardiac ultrasound during cardiac arrest: a reliable tool for termination of resuscitation? *Curr Opin Crit Care*. 2020 Dec;26(6):603–11. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000766>
28. Chopra S, Thompson J, Shahangian S, Thapamagar S, Moretta D, Gasho C, et al. Precision and consistency of the passive leg raising maneuver for determining fluid responsiveness with bioactance non-invasive cardiac output monitoring in critically ill patients and healthy volunteers. *PLoS One*. 2019 Sep 27;14(9):e0222956. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222956>

29. Toppen W, Aquije Montoya E, Ong S, Markovic D, Kao Y, Xu X, et al. Passive Leg Raise: Feasibility and Safety of the Maneuver in Patients With Undifferentiated Shock. *J Intensive Care Med.* 2020 Oct 20;35(10):1123–8. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0885066618820492>
30. Jones M, Elrifay A, Amer N, Awad H. Con: Limitations of POCUS Examination: Be Aware of Overdiagnosis and Undertreatment. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2023 Nov;37(11):2366–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2023.01.002>
31. Wong A, Vieillard-Baron A, Malbrain MLNG. Emergency bedside ultrasound: benefits as well as caution – part 1. General. *Curr Opin Crit Care.* 2019 Dec;25(6):613–21. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000678>
32. Baribeau Y, Sharkey A, Chaudhary O, Krumm S, Fatima H, Mahmood F, et al. Handheld Point-of-Care Ultrasound Probes: The New Generation of POCUS. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2020 Nov;34(11):3139–45. Disponible en: <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2020.07.004>
33. Blanco P, Abdo-Cuza A, Palomares EA, Díaz CM, Gutiérrez VF. Ultrasonography and procedures in intensive care medicine. *Med Intensiva.* 2023 Dec;47(12):717–32. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.medin.2023.05.008>

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### **Financiamiento**

No se recibió patrocinio de ninguna otra fuente para llevar a cabo este estudio.

### **Contribuciones de los autores**

*Conceptualización:* Christian Andrés Cando Pérez, Andrea Zulay Plaza Rodríguez, Joanna Nicole Hidalgo Silva, Amilkar Suárez Pupo, Galo Ismael Medina Acosta

*Curación de datos:* Christian Andrés Cando Pérez, Andrea Zulay Plaza Rodríguez

*Análisis formal:* Christian Andrés Cando Pérez, Andrea Zulay Plaza Rodríguez, Joanna Nicole Hidalgo Silva, Amilkar Suárez Pupo, Galo Ismael Medina Acosta

*Adquisición de fondos:* no

*Investigación:* Christian Andrés Cando Pérez, Andrea Zulay Plaza Rodríguez, Joanna Nicole Hidalgo Silva, Amilkar Suárez Pupo, Galo Ismael Medina Acosta

*Metodología:* Christian Andrés Cando Pérez, Andrea Zulay Plaza Rodríguez

*Administración del proyecto:* Christian Andrés Cando Pérez, Andrea Zulay Plaza Rodríguez

*Recursos y software:* no

*Supervisión:* Joanna Nicole Hidalgo Silva, Amilkar Suárez Pupo, Galo Ismael Medina Acosta

*Validación:* Christian Andrés Cando Pérez, Andrea Zulay Plaza Rodríguez, Joanna Nicole Hidalgo Silva, Amilkar Suárez Pupo, Galo Ismael Medina Acosta

*Visualización:* Christian Andrés Cando Pérez, Andrea Zulay Plaza Rodríguez, Joanna Nicole Hidalgo Silva, Amilkar Suárez Pupo, Galo Ismael Medina Acosta

*Redacción borrador original:* Christian Andrés Cando Pérez, Andrea Zulay Plaza Rodríguez

*Revisión y edición:* Christian Andrés Cando Pérez, Andrea Zulay Plaza Rodríguez