



# REVISTA DE GASTROENTEROLOGÍA DE MÉXICO

[www.elsevier.es/rgmx](http://www.elsevier.es/rgmx)



## ARTÍCULO DE REVISIÓN

# Más allá de la exploración física convencional en hepatología: POCUS



J.A. Velarde-Ruiz Velasco<sup>a,b</sup>, D.K. Tapia Calderón<sup>c,\*</sup>, E. Llop Herrera<sup>c</sup>,  
G. Castro Narro<sup>d</sup>, E.S. García Jiménez<sup>a</sup>, E. Cerda Reyes<sup>e</sup>, F. Higuera de la Tijera<sup>f</sup>,  
A.D. Cano Contreras<sup>g</sup>, R. Moreno Alcántar<sup>h</sup>, R.M. Chávez Ramírez<sup>i</sup> y J.L. Calleja Panero<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Gastroenterología, Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, Guadalajara, Jalisco, México

<sup>b</sup> Departamento de clínicas médicas, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México

<sup>c</sup> Servicio de Gastroenterología y Hepatología, Hospital Universitario Puerta de Hierro, IDIPHISA, Ciberhd, Majadahonda, Madrid, España

<sup>d</sup> Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México

<sup>e</sup> Servicio de Gineco-Obstetricia, Hospital Central Militar, Ciudad de México, México

<sup>f</sup> Servicio de Gastroenterología, Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, Ciudad de México, México

<sup>g</sup> Instituto de Investigaciones Médico-Biológicas, Universidad Veracruzana, Veracruz, México

<sup>h</sup> Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades CMN SXXI, Ciudad de México, México

<sup>i</sup> Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital de Ginecoobstetricia, UMAE CMNO IMSS, Guadalajara, Jalisco, México

Recibido el 31 de marzo de 2023; aceptado el 26 de julio de 2023

Disponibile en Internet el 26 de agosto de 2023

### PALABRAS CLAVE

POCUS, ultrasonido de bolsillo; Cirrosis descompensada; Hipertensión portal; Esteatosis

**Resumen** La ecografía en el punto de atención (POCUS) se refiere a la utilización del ultrasonido (US) mediante dispositivos ultrasonográficos de bolsillo, al pie de la cama del paciente, con el objetivo de establecer un diagnóstico o dirigir un procedimiento y responder a una cuestión clínica de forma inmediata, su finalidad es ampliar la exploración física, no sustituir la evaluación ultrasonográfica convencional. POCUS ha evolucionado como un complemento del examen físico siendo adoptado por distintas especialidades médicas, incluyendo la hepatología. Se elaboró una síntesis de evidencia narrativa sobre las aplicaciones de POCUS en hepatología, describiendo la utilidad de POCUS en el diagnóstico de cirrosis hepática, enfermedad hepática esteatótica asociada a disfunción metabólica (MASLD, por sus siglas en inglés), cirrosis descompensada y el diagnóstico de hipertensión portal, así como las más recientes aplicaciones de POCUS en la evaluación hemodinámica del paciente con cirrosis hepática en estado crítico, otras enfermedades hepáticas y guía ultrasonográfica de procedimientos.

POCUS podría formar parte de la práctica clínica diaria de gastroenterólogos y hepatólogos, simplificando la evaluación inicial de los pacientes y optimizando el manejo clínico. Su accesibilidad, facilidad de uso y bajo perfil de efectos adversos la hacen una herramienta útil para el

Véase contenido relacionado en DOI:  
<https://doi.org/10.1016/j.rgmxen.2023.07.003>

\* Autor para correspondencia. C. Monte Olimpo #3299, Guadalajara, Jalisco, México. Teléfono: + 52 3333985656  
Correo electrónico: [dianatapiaCK@gmail.com](mailto:dianatapiaCK@gmail.com) (D.K. Tapia Calderón).

<https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2023.07.003>

0375-0906/© 2023 Publicado por Masson Doyma México S.A. en nombre de Asociación Mexicana de Gastroenterología. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

médico propiamente entrenado en el escenario clínico adecuado, por lo que el objetivo de esta revisión fue describir la evidencia que existe sobre la utilidad de POCUS en la práctica clínica diaria de gastroenterólogos y hepatólogos.

© 2023 Publicado por Masson Doyma México S.A. en nombre de Asociación Mexicana de Gastroenterología. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## KEYWORDS

POCUS, Pocket-sized ultrasound;  
Decompensated cirrhosis;  
Portal hypertension;  
Steatosis

## Beyond conventional physical examination in hepatology: POCUS

**Abstract** Point-of-care ultrasound (POCUS) refers to the use of ultrasound imaging through pocket-sized sonographic devices at the patient's bedside, to make a diagnosis or direct a procedure and immediately answer a clinical question. Its goal is to broaden the physical examination, not to replace conventional ultrasound studies. POCUS has evolved as a complement to physical examination and has been adopted by different medical specialties, including hepatology. A narrative synthesis of the evidence on the applications of POCUS in hepatology was carried out, describing its usefulness in the diagnosis of cirrhosis of the liver, metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD), decompensated cirrhosis, and portal hypertension. The review also encompasses more recent applications in the hemodynamic evaluation of the critically ill patient with cirrhosis of the liver, patients with other liver diseases, as well as in the ultrasound guidance of procedures.

POCUS could make up part of the daily clinical practice of gastroenterologists and hepatologists, simplifying the initial evaluation of patients and optimizing clinical management. Its accessibility, ease of use, and low adverse event profile make POCUS a useful tool for the properly trained physician in the adequate clinical setting. The aim of this review was to describe the available evidence on the usefulness of POCUS in the daily clinical practice of gastroenterologists and hepatologists.

© 2023 Published by Masson Doyma México S.A. on behalf of Asociación Mexicana de Gastroenterología. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

### Impacto de POCUS en la medicina contemporánea

Comprender el contexto vigente de la medicina moderna sería difícil sin las innovaciones y controversias del ejercicio de la medicina en el pasado. Las herramientas utilizadas en la exploración física convencional han tenido su curva de utilidad y vigencia. Es evidente que la auscultación a través de un estetoscopio de Pinard tuvo que existir para que después existiera el estetoscopio moderno o el Doppler para la auscultación fetal. Así, la tecnología en las estrategias clínicas avanza conforme se modifican las necesidades, como en un tipo de «prueba y error» que tal vez nunca culminará en la herramienta perfecta de exploración. Cabe destacar que más tecnología no significa mejor. Con el surgimiento de nuevas herramientas y avances, es probable que existan discrepancias en su aceptación. Para la adopción o rechazo de su implementación debemos hacernos algunas preguntas: ¿lo rechazo porque no lo he aprendido de esta forma?, ¿lo rechazo porque lo desconozco?, ¿lo rechazo porque dudo de su utilidad?, ¿lo acepto solo porque es nuevo?<sup>1-4</sup>.

Si la respuesta es sí a cualquiera de las preguntas anteriores, es probable que hayamos elegido perder la oportunidad de otorgar validez a cualquier método involucrado en el proceso diagnóstico. No es solo la preferencia lo que debe

guiar nuestro actuar en medicina. Así, no es equiparable preferir leer revistas en formato físico sobre leerlas en formato digital, que preferir utilizar una radiografía simple de tórax sobre una tomografía en un centro que disponga de ambas herramientas; pero mucho menos adecuado sería pretender reemplazar el método diagnóstico solo con ultrasonido (US) pulmonar por ser nuevo y disponer de este. El valor agregado inherente al US sería el explorar de forma global el estado hemodinámico, la función de bomba del corazón, el estado pulmonar, abdominal, entre otros, lo cual iría directamente a la cuestión central del diseño e implementación de herramientas diagnósticas: el beneficio de los pacientes<sup>2,5,6</sup>. Justo ahí radica la importancia de las palabras «*point of care*», que no es una prueba diagnóstica dicotómica, sino un medio que permite ofrecerle al paciente una evaluación instrumentada global dirigida a la toma de decisiones, tal como la exploración física lo ha ofrecido a lo largo de la historia<sup>2</sup>.

La ecografía en el punto de atención (POCUS, por sus siglas en inglés) se refiere a la utilización del US generalmente con dispositivos ultrasonográficos de bolsillo (fig. 1), al pie de la cama del paciente, con el objetivo de establecer un diagnóstico o dirigir un procedimiento y responder a una cuestión clínica de forma inmediata, su finalidad es ampliar la exploración física, no hacer US de modo sistemático como el que hacen los radiólogos, ni pretende sustituirlo. POCUS ha evolucionado como un complemento del examen físico



Figura 1 Equipo de ultrasonido de bolsillo.

siendo adoptado por distintas especialidades médicas, incluyendo la hepatología<sup>1-4</sup>.

## Metodología

Se elaboró la siguiente síntesis de evidencia narrativa de acuerdo con los siguientes pasos. Primer paso: se seleccionaron los tópicos enfocados a la ecografía en el punto de atención en hepatología. Segundo paso: los siguientes coautores (DKTC y JAVRV) evaluaron la información, la sintetizaron y la codificaron en los diversos tópicos. Tercer paso: posterior a esta codificación se desarrollaron preguntas dirigidas y se realizó una revisión sistemática en las bases de datos: DynaMed, Google Scholar y PubMed. Se utilizó la jerarquía de la pirámide de la evidencia preevaluada para la obtención de la información. Se inició por sumarios de evidencias (guías de práctica clínica, UpToDate y Dynamed), posterior síntesis/sinopsis de evidencia (revisiones sistemáticas) y, por último, estudios originales (estudios controlados aleatorizados y estudios observacionales). La búsqueda de información fue realizada en los idiomas español e inglés. Se utilizaron las siguientes palabras claves: «cirrosis», «cirrosis descompensada», «enfermedad hepática crónica compensada», «esteatosis», «enfermedad hepática grasa no alcohólica», «hipertensión portal», «POCUS», «ultrasonido hepático», «ultrasonido de bolsillo», «ultrasonido a pie de cama», con publicaciones desde 1992 hasta 2023. Los resultados obtenidos fueron enviados al equipo de coautores quienes, utilizando el formato estandarizado, extrajeron la información relevante para la inclusión de esta síntesis de evidencia narrativa. El

objetivo de esta revisión narrativa fue describir la evidencia que existe sobre la utilidad de POCUS en la práctica clínica diaria de gastroenterólogos y hepatólogos. A continuación, se exponen los tópicos más relevantes.

## POCUS en la enfermedad hepática crónica compensada

### Diagnóstico de cirrosis hepática

La biopsia hepática es el estándar de oro para el diagnóstico de cirrosis hepática; sin embargo, es una herramienta invasiva lo que dificulta su uso en la práctica clínica diaria. El US hepático es una herramienta segura, fácil de realizar y poco costosa con una sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de cirrosis del 55-80 y el 86%, respectivamente<sup>7,8</sup>. El US en modo B permite evaluar parámetros asociados a enfermedad hepática crónica como el tamaño del hígado y el bazo, atrofia del lóbulo hepático derecho, hipertrofia del lóbulo caudado, borde hepático redondeado, parénquima hepático granular, heterogeneidad del parénquima y superficie hepática nodular<sup>9,10</sup>.

Se ha demostrado que POCUS es útil para diagnóstico de cirrosis hepática mediante la identificación de una superficie hepática nodular (fig. 2), el signo ultrasonográfico con mayor exactitud para el diagnóstico de cirrosis hepática, utilizando un dispositivo de bolsillo con un transductor de 5 a 12 MHz, reportando una sensibilidad y especificidad del 87.5 y el 76.8%, respectivamente, y un adecuado acuerdo interobservador (coeficiente kappa de Cohen: 0.87), sugiriendo que POCUS puede ser utilizado como una herramienta de

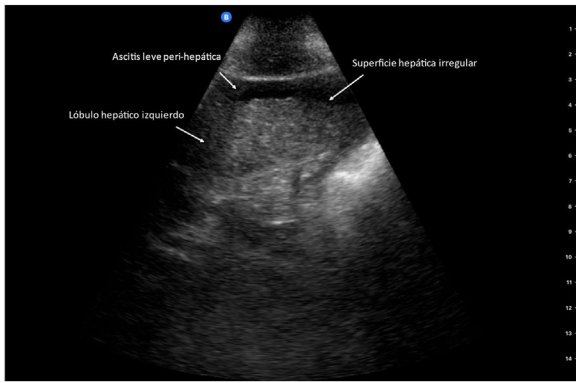


Figura 2 Superficie hepática nodular.

primera línea para identificar a los pacientes que requieren la realización de técnicas más especializadas, acortando el tiempo de toma de decisiones clínicas<sup>11</sup>.

### Enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica

La enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica (MASLD, por sus siglas en inglés)<sup>12</sup>, antes conocida como enfermedad hepática grasa no alcohólica (NAFLD) es la enfermedad hepática crónica más común, con una prevalencia a nivel mundial del 25%<sup>13</sup>.

Actualmente se describe a la MASLD como una enfermedad multisistémica con manifestaciones extrahepáticas y una estrecha relación con el síndrome metabólico (SMet), considerado la MASLD como la manifestación hepática del SMet. La prevalencia de la MASLD es mayor conforme aumentan los componentes del SMet como obesidad abdominal, dislipidemia, hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo 2 (DM2)<sup>14-16</sup>.

Los nuevos conocimientos sobre la patogenia de la enfermedad y su asociación con el SMet y sus componentes han hecho necesaria la modificación de los criterios diagnósticos, actualmente la demostración de esteatosis hepática por estudios de imagen, biomarcadores séricos o biopsia hepática aunada a la presencia de sobrepeso u obesidad, DM2 o la evidencia de disfunción metabólica con al menos 2 criterios de riesgo metabólico (circunferencia de cintura  $\geq 102/88$  cm en hombres/mujeres, presión arterial  $\geq 130/85$  mmHg, triglicéridos  $\geq 150$  mg/dl, colesterol HDL  $< 40/50$  mg/dl en hombres/mujeres, prediabetes, HOMA  $> 2.5$  o proteína C reactiva  $> 2$  mg/l) es suficiente para establecer el diagnóstico de MASLD<sup>17</sup>.

Las guías actuales recomiendan la realización de US hepático como prueba de primera línea para el diagnóstico de esteatosis, el cual tiene una alta precisión para detectar esteatosis moderada a grave pero es poco confiable cuando la esteatosis es inferior al 20% y subóptimo en individuos con IMC  $> 40$  kg/m<sup>2</sup> con una disminución de la sensibilidad y especificidad de hasta el 49 y el 75%, respectivamente<sup>17,18</sup>. Cuando la extensión de la esteatosis es  $\geq 20$ -30% el US alcanza una sensibilidad del 84.8% y una especificidad del 93.6%, con un área bajo la curva (AUROC) de 0.93 (0.91-0.95), similar a otros estudios de imagen como la tomografía

o resonancia, aunque con una elevada variabilidad interoperador e interobservador<sup>19</sup>.

La esteatosis hepática produce un aumento en la ecogenicidad del tejido hepático con un aspecto de «hígado brillante», la imagen en modo B del US permite estimar la gravedad de la infiltración hepática de forma subjetiva en 4 grados: ausencia de esteatosis (grado 0): ecogenicidad del hígado normal en comparación con el riñón; leve (grado 1): aumento difuso de la ecogenicidad hepática con adecuada visualización del diafragma y la pared de la vena porta (VP); moderada (grado 2): aumento moderado en la ecogenicidad con borramiento de la pared de la VP y del diafragma, y grave (grado 3): marcado aumento de la ecogenicidad con ausencia de visualización de la pared de la VP, diafragma y parte posterior del lóbulo hepático derecho<sup>20</sup>.

La utilidad de POCUS en el diagnóstico de esteatosis hepática ha sido evaluada en distintos estudios, Riley et al. entrenaron a un grupo de gastroenterólogos (sin adiestramiento en US previo) para identificar una serie de características ultrasonográficas de esteatosis hepática mediante POCUS utilizando un ecógrafo portátil Sonosite (Bothell, WA, EE. UU.) con una sonda de matriz curva con frecuencia de banda ancha de 5-2 MHz, reportando una elevada sensibilidad del 80% y una especificidad del 99% y con un adecuado acuerdo interobservador (Kappa 0.76)<sup>21</sup>. Stock et al. describieron el valor diagnóstico y tiempo utilizado en la evaluación POCUS mediante un US de bolsillo de 2-4 MHz en comparación con un instrumento de gama alta de 2-6 MHz matriz curva (Sonoline Antares), el dispositivo de bolsillo detectó 32 (84%) de los 38 hallazgos hepáticos patológicos, logrando identificar todos los casos de esteatosis hepática (n=20), aunque sin describir los criterios diagnósticos utilizados. El tiempo invertido en la examinación fue menor con el dispositivo de bolsillo (25.0 vs. 29.4 min) (p < 0.001), debido a mayor tiempo requerido para el traslado y preparación del equipo de gama alta, aunque que la duración verdadera de la exploración con el US fue menor con el instrumento de gama alta<sup>22</sup>. Miles et al. evaluaron el desempeño diagnóstico para la detección específica de esteatosis hepática del US de bolsillo (sonda con frecuencia de 5-1 MHz) en comparación con el US convencional (GE Healthcare LOGIQ E9 con sonda curvilínea), las evaluaciones POCUS fueron realizadas por un médico internista certificado en POCUS y un radiólogo con 40 años de experiencia, la sonda de POCUS fue colocada en la línea axilar media derecha a nivel del apéndice xifoides y ajustada para la visualización intercostal, se obtuvieron imágenes de la interfase heparrenal en el modo 2D B. Se consideró como infiltración grasa si la ecogenicidad del hígado estaba aumentada en comparación con la corteza renal derecha para POCUS y para el US convencional se utilizó la clasificación subjetiva de la esteatosis (4 grados del 0 al 3). Se incluyó a 100 pacientes, un 40% tuvo infiltración grasa en ambas evaluaciones, la sensibilidad y la especificidad de POCUS en comparación con el US convencional fue del 91 y el 88%, respectivamente; los resultados fueron discordantes en 11 pacientes, realizando una segunda revisión donde se estableció que 2 de ellos presentaban esteatosis como lo había evidenciado la evaluación con POCUS, lo cual sugiere que la discrepancia entre ambas evaluaciones es poco frecuente; estos pacientes fueron mayores en comparación con el resto de la población (61  $\pm$  9 vs. 53  $\pm$  15 años, p < 0.05),



pero la distribución de género y el IMC fueron similares<sup>23</sup>. Además, en un reciente estudio, Sourianarayanan y McCullough demostraron que el puntaje de actividad NAFLD en la histología se correlaciona con el índice de hígado graso ultrasonográfico (USFLI) del examen POCUS ( $r=0.59$ ), un USFLI  $\geq 6$  es diagnóstico de esteatohepatitis asociada a disfunción metabólica (MASH, por sus siglas en inglés) con una sensibilidad del 81% y un valor  $\leq 3$  descarta MASH con una sensibilidad del 100%<sup>24</sup>.

Estos hallazgos sugieren que la evaluación de la MASLD mediante POCUS podría ser de utilidad como medio de cribado para determinar la presencia o ausencia de esteatosis aunque la cuantificación precisa de la extensión de la esteatosis y la evaluación del grado de fibrosis que es determinante en el pronóstico de la enfermedad están fuera del espectro de POCUS y deberían utilizarse otros métodos ya sea la estimación de fibrosis con el cálculo de puntajes no invasivos como el FIB-4 o métodos elastográficos como el FibroScan® (Echosens, París, Francia). La [tabla 1](#) describe los hallazgos indicativos de MASLD en el US modo B y POCUS.

Con el aumento de la prevalencia de MASLD, la evaluación de la esteatosis por POCUS podría formar parte de la práctica clínica diaria de gastroenterólogos y hepatólogos, simplificando la evaluación inicial de los pacientes y limitando el número de visitas. A pesar de que POCUS no puede reemplazar a la biopsia hepática en la monitorización de la progresión de esteatosis simple a esteatohepatitis ni a la elastografía en la evaluación del grado de fibrosis, su accesibilidad, facilidad de uso y bajo perfil de efectos adversos la hacen una herramienta útil para el médico propiamente entrenado en el escenario clínico adecuado<sup>25</sup>.

## POCUS en la enfermedad hepática crónica descompensada

### Detección de hipertensión portal

La hipertensión portal (HP) es la principal consecuencia de la cirrosis hepática y un factor determinante en el pronóstico de la enfermedad<sup>26</sup>. El aumento de la presión portal  $\geq 10$  mmHg, también denominado HP clínicamente significativa (HPCS) predice el desarrollo de descompensación clínica (ascitis, hemorragia variceal o encefalopatía hepática)<sup>27,28</sup>.

El estándar de oro para la evaluación de la presión portal es la medición del gradiente de presión venosa hepática (GPVH) que representa el gradiente entre la presión de la red capilar sinusoidal hepática y la presión de la vena suprahepática (VSH) libre<sup>29</sup>. La medición del GPVH es inadecuada para la práctica clínica diaria al ser una técnica invasiva, costosa y poco disponible<sup>9,29</sup>. Por lo que el uso de herramientas no invasivas para diagnosticar HP como el US hepático desempeña un papel importante.

El US en modo B permite determinar el tamaño del bazo, se ha descrito que la esplenomegalia (1 a 2 desviaciones estándar de la normalidad) determinada por el índice volumétrico esplénico es un predictor de HP<sup>30</sup>, además la combinación de parámetros como la elasticidad esplénica, el diámetro del bazo y el conteo plaquetario pueden ser utilizados para identificar a pacientes con HPCS<sup>31</sup>. Se ha demostrado que la aplicación de POCUS mediante un dispositivo de bolsillo permite identificar la presencia

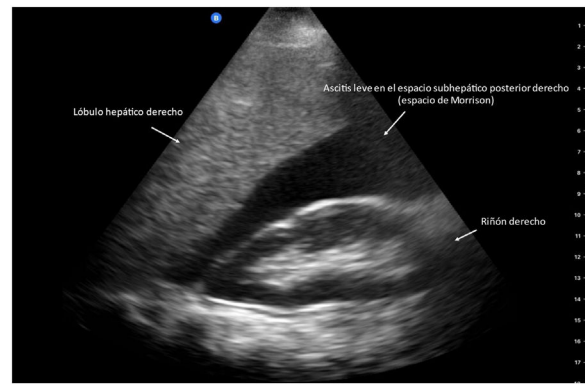


Figura 3 Ascitis en el espacio de Morrison.

de esplenomegalia con una especificidad  $> 90\%$  y una sensibilidad  $>70\%$ , con una elevada concordancia entre el US convencional y POCUS ( $\kappa > 0.6$ )<sup>32</sup>.

En pacientes con HP, la vena umbilical se encuentra frecuentemente recanalizada, es el signo ultrasonográfico más específico de HP, puede observarse como una vena aumentada de tamaño a nivel del ligamento falciforme<sup>33</sup>.

El US modo Doppler permite evaluar la hemodinamia del sistema venoso portal mediante la determinación de parámetros como el flujo y volumen sanguíneo de la VP, la velocidad de la VP media y máxima (PVV), el índice de congestión de la VP y los índices de resistencia de las arterias hepática y esplénica<sup>34</sup>; además es posible analizar la forma de la onda de la VSH mediante el uso de Doppler pulsado, que en individuos sanos tiene un patrón trifásico con 2 ondas negativas y una positiva, mostrando un patrón bifásico o monofásico en los pacientes con HP, con una sensibilidad del 76% y una especificidad del 82%<sup>9</sup>.

El diámetro normal de la VP es  $\leq 13$  mm con la respiración normal, con un flujo hepatopetal (hacia el hígado) y una velocidad de flujo media de 15 a 18 cm/s. Cuando existe aumento de la presión portal, el diámetro de la VP aumenta ( $> 13$  mm), la dirección del flujo puede invertirse (hepatófugo) y la PVV media se encuentra disminuida debido al aumento de la resistencia vascular intrahepática<sup>10</sup>, considerando  $< 15$  cm/s el mejor punto de corte para la detección de HP<sup>35</sup>. Por otro lado, debido a la presencia de *shunts* portosistémicos, algunos pacientes con cirrosis hepática pueden presentar valores de PVV normales o elevados<sup>9</sup>, se ha demostrado una correlación significativa entre el GPVH y la PVV<sup>36</sup>. A pesar de que los nuevos dispositivos utilizados en POCUS cuentan con la herramienta Doppler, la determinación de las velocidades de flujo de la VP y los índices de resistencia están fuera del alcance de POCUS.

La ascitis es la descompensación clínica más frecuente de los pacientes con cirrosis hepática, se clasifica en 3 grados de acuerdo con la cantidad de líquido en la cavidad abdominal: grado 1 o leve (ultrasonográfica), grado 2 o moderada (clínica) y grado 3 o grave (a tensión)<sup>37</sup>. POCUS es una herramienta confiable para la evaluación de la ascitis, diversos estudios han demostrado una buena correlación entre el US con dispositivo de bolsillo y el US convencional con un instrumento de gama alta<sup>4,38</sup>, reportando una sensibilidad del 95.8% y especificidad del 81.8% para el diagnóstico de ascitis ([fig. 3](#))<sup>39</sup>.

**Tabla 1** Diagnóstico de MASLD con US en modo B y POCUS

US en modo B	POCUS
<p><i>Aspecto de «hígado brillante»</i></p> <p><i>Clasificación subjetiva de la esteatosis (4 grados del 0 al 3)</i></p> <p>Ausencia de esteatosis (grado 0): ecogenicidad del hígado normal en comparación con el riñón</p> <p>Leve (grado 1): aumento difuso de la ecogenicidad hepática con adecuada visualización del diafragma y la pared de la vena porta</p> <p>Moderada (grado 2): aumento moderado en la ecogenicidad con borramiento de la pared de la vena porta y del diafragma</p> <p>Grave (grado 3): marcado aumento de la ecogenicidad con ausencia de visualización de la pared de la vena porta, diafragma y parte posterior del lóbulo hepático derecho</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ecogenicidad del hígado aumentada en comparación con la corteza renal derecha</li> <li>2. Atenuación rápida de la imagen en los primeros 4-5 cm de profundidad</li> <li>3. Aumento difuso de la ecogenicidad en los primeros 2-3 cm de profundidad</li> <li>4. Ecogenicidad hepática uniformemente heterogénea</li> <li>5. Aumento del grosor del tejido subcutáneo &gt; 2 cm (distancia entre la superficie de la piel y la superficie hepática)</li> <li>6. Ocupación de todo el campo por el hígado con ausencia de visibilidad de los bordes hepáticos</li> </ol>

Fuente: Ferraioli y Monteiro<sup>20</sup>, Riley et al.<sup>21</sup> y Miles et al.<sup>23</sup>.

### Evaluación hemodinámica en el paciente crítico

La monitorización hemodinámica básica del enfermo en estado crítico incluye la realización de la historia clínica completa con examen físico dirigido y evaluación de los signos vitales (frecuencia cardíaca, presión arterial media, frecuencia respiratoria, temperatura, saturación capilar de oxígeno y la cuantificación de gasto urinario); sin embargo, con la nueva evidencia disponible, este abordaje inicial podría ser insuficiente para la adecuada evaluación del estado hemodinámico en pacientes críticos<sup>40</sup>. La evaluación del estado hemodinámico ha evolucionado con la implementación de indicadores sonográficos del estado hídrico, mediante la utilización de POCUS es posible evaluar el corazón, las venas abdominales y los pulmones (enfoque: bomba-tuberías-fugas) obteniendo información sobre la hemodinámica sistémica y la optimizando el manejo clínico<sup>41</sup>.

El US pulmonar permite identificar la presencia de líquido en el intersticio pulmonar (líquido pulmonar extravascular) mediante la observación de líneas B indicativas de edema pulmonar difuso que son equivalentes a las líneas B de Kerley observadas en la radiografía de tórax<sup>41</sup>. Esta técnica permite la diferenciación entre neumonía, derrame pleural, edema intersticial y colecciones, además de determinar las causas de los fracasos del destete ventilatorio como derrames, atelectasia y neumotórax<sup>42,43</sup>. El desempeño diagnóstico de POCUS para detectar congestión pulmonar es superior a la exploración física, estableciendo el diagnóstico incluso antes de la aparición de los síntomas<sup>41,42</sup>.

El POCUS cardíaco se limita a la evaluación de la función ventricular izquierda y derecha y la presencia de derrame pericárdico<sup>41</sup>, se ha demostrado que el POCUS cardíaco es útil en la evaluación hemodinámica de pacientes con cirrosis hepática críticamente enfermos, en situaciones de hipotensión POCUS puede demostrar alteraciones en el movimiento del ventrículo izquierdo (VI) que reflejan la necesidad de expansión de volumen con cristaloides o albúmina para aumentar la precarga o disminución en la función sistólica que requieran el uso de inotrópicos<sup>44</sup>.

La evaluación de la vena cava inferior (VCI) por POCUS permite determinar el estado hídrico estimando la presión de la aurícula derecha (PAD), midiendo la altura del punto de colapso (análogo al punto más alto de pulsación venosa cuando se evalúa la presión venosa yugular por inspección [IVY])<sup>42</sup>. La VCI se colapsa durante la inspiración debido a la presión intratorácica negativa, un diámetro  $\leq 2.1$  cm y un colapso > 50% indican una PAD normal de 3 mmHg, mientras que un diámetro > 2.1 cm y colapso inspiratorio < 50% indican una PAD elevada ( $\geq 15$  mmHg)<sup>41</sup>. La IVY POCUS está sujeta a errores debido a un ángulo de elevación de la cabeza inapropiado, aplicación involuntaria de presión excesiva del transductor, acceso limitado al cuello debido a catéteres, collares de traqueostomía o aparatos ortopédicos<sup>42</sup>. El diámetro de la VCI y el índice de colapsabilidad (IVCCI) han demostrado ser un marcador confiable para la estimación del estado hídrico de pacientes con cirrosis hepática y respiración espontánea<sup>45</sup>; sin embargo, un reciente estudio demostró que la evaluación del índice de colapsabilidad del área transversal de la vena yugular interna a 30° por POCUS tiene una mejor correlación con la presión venosa central ( $r = -0.56$ ,  $p = 0.001$ ) en comparación con el diámetro de la VCI<sup>46</sup>.

Las ecografías de la VCI o IVY son útiles para estimar la PAD, pero los efectos de la PAD elevada en los órganos deben medirse mediante US Doppler de las venas abdominales, típicamente la VSH, VP y los vasos renales, esta técnica es conocida como US de exceso venoso o VExUS<sup>42</sup>.

La evaluación del estado hídrico por VExUS presenta algunas dificultades en los pacientes con cirrosis hepática debido a los cambios hemodinámicos propios de la HP como la ausencia de pulsatilidad del flujo de la VP en casos de congestión grave y aumento de la pulsatilidad no asociada con la PAD o la presencia de patrón de flujo bifásico o monofásico en la VSH. Además, el diámetro de la VCI puede estar falsamente disminuido en casos de ascitis a tensión a pesar del exceso del volumen intravascular<sup>9,41,47</sup>. Es por esto que los resultados de la evaluación por POCUS y VExUS deben interpretarse en el contexto clínico del paciente<sup>41</sup>.

## POCUS en la administración de albúmina

Con las consecuencias de la sobrecarga iatrogénica de líquidos, la administración empírica de albúmina ha sido objeto de atención, los hallazgos sugieren una alta incidencia de complicaciones pulmonares<sup>48,49</sup>. Debido a que POCUS evalúa el estado hemodinámico con mayor precisión que el examen físico y los estudios de imagen convencionales<sup>47,50</sup>, sería prudente utilizarlo de forma rutinaria en pacientes con alto riesgo de hipervolemia<sup>50</sup>.

El diagnóstico de síndrome hepatorenal tipo I (SHR-1) implica la ausencia de respuesta a la administración de albúmina durante 48 h<sup>51</sup>; sin embargo, ningún parámetro objetivo de la evaluación del estado hídrico es utilizado. Velez et al. demostraron que la medición del diámetro de la VCI y el IVCCI mediante POCUS permite evaluar el estado del volumen intravascular en pacientes con cirrosis y lesión renal aguda que hayan recibido albúmina intravenosa por sospecha clínica de SHR-1, solo el 36% (n = 19) de los pacientes incluidos estaban euvolémicos, lo que sugiere que la dosis estándar de albúmina podría ser insuficiente para restablecer el volumen o por el contrario conducir a la sobrecarga hídrica en algunos pacientes, la modificación del tratamiento con administración de albúmina (1 g/kg/día) en los pacientes con evidencia de depleción de volumen y furosemida (80-160 mg/8-12 h) en los pacientes con sobrecarga hídrica en la evaluación POCUS, resultó en la mejoría temprana de la función renal en el 23% de los casos<sup>52</sup>.

Por lo tanto, la combinación de los parámetros hemodinámicos evaluados por POCUS permite detectar problemas pulmonares y cardíacos en pacientes con enfermedad hepática, determinar dosis de líquidos para reanimación, iniciar vasopresores oportunos y determinar la dosis de diálisis y la seguridad de albúmina o componentes sanguíneos en pacientes con sobrecarga de volumen<sup>43,53</sup>.

## POCUS en otras enfermedades hepáticas

### POCUS en trasplante hepático

El trasplante hepático (TH) es el tratamiento definitivo de las enfermedades hepáticas terminales y de la falla hepática aguda. Actualmente, la mejoría en la terapia de inmunosupresión y el perfeccionamiento de las técnicas quirúrgicas ha logrado incrementar la tasa de supervivencia hasta el 85, el 73 y el 62% al año, 5 y 10 años, respectivamente; sin embargo, las complicaciones postoperatorias conllevan a un elevado riesgo de morbilidad en el receptor con una incidencia que varía del 7 al 30%. El US en escala de grises y con técnica Doppler color permite identificar de manera temprana las alteraciones de las anastomosis arteriales, venosas y biliares logrando minimizar las complicaciones y evitar la pérdida del injerto<sup>54</sup>.

La trombosis de la arteria hepática es la complicación vascular del postrasplante hepático más temida ya que puede producir afectación de la vía biliar y pérdida del injerto; el daño ocasionado es directamente proporcional al tiempo de evolución. Por otro lado, la estenosis de la arteria hepática tiene una evolución más lenta e insidiosa, condicionando daño en la vía biliar por isquemia y formación de circulación colateral. Otras complicaciones menos

frecuentes son la formación de pseudoaneurisma y con menor frecuencia la hipoperfusión por robo arterial. Las manifestaciones clínicas iniciales de la trombosis y estenosis de la arteria hepática son específicas por lo que la vigilancia mediante ecografía Doppler color en el postoperatorio y seguimiento son cruciales para el diagnóstico oportuno y abordaje terapéutico<sup>55,56</sup>.

Las complicaciones de las anastomosis venosas son infrecuentes, su repercusión en la función del injerto y las manifestaciones clínicas son variables, pueden cursar asintomáticas o presentarse con características clínicas típicas de la HP, de acuerdo con la zona y extensión de la lesión. Ambas complicaciones muestran imágenes altamente indicativas en el examen Doppler color, aunado a la identificación de ascitis debido al incremento de la presión portal<sup>57</sup>.

La fuga biliar, formación de biloma y estenosis anastomótica y no anastomótica son las complicaciones biliares más frecuentes. Otras complicaciones biliares son la coledocolitiasis y el lodo biliar, las cuales están asociadas con denervación durante el procedimiento quirúrgico. El US en escala de grises nos permite identificar dilatación de la vía biliar intra o extrahepática, zonas de estenosis y dilatación, dando la pauta a realizar estudios de extensión, como la colangiorresonancia, para la caracterización completa y selección del tratamiento<sup>58,59</sup>.

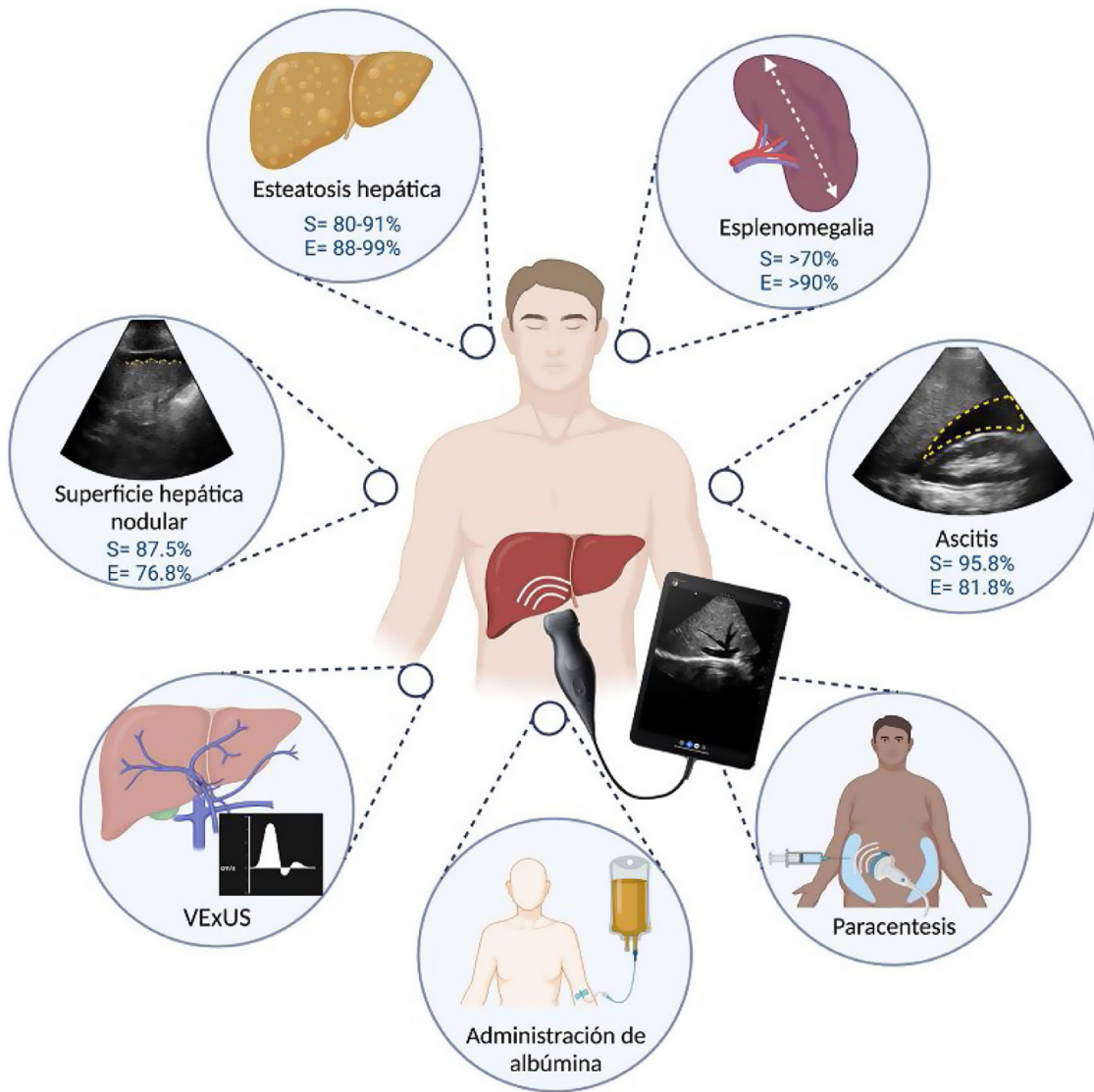
El US en escala de grises y la evaluación con Doppler color en pacientes de trasplante hepático es un método fácil, preciso y rápido de realizar que permite detectar de manera temprana las alteraciones en las estructuras vasculares y de la vía biliar, seleccionar a los pacientes que requieran estudios de extensión para lograr el tratamiento oportuno, con lo cual se mejora la supervivencia evitando el daño y pérdida de los injertos<sup>58</sup>.

### Absceso hepático

El absceso hepático es una lesión hepática infecciosa de etiología bacteriana (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* o especies de *Streptococcus*) o amebiana (*Entamoeba histolytica*). La tríada clásica de síntomas, fiebre, ictericia y sensibilidad en el cuadrante superior derecho, está presente solo en el 7-43% de los casos<sup>60</sup>. El US es la herramienta diagnóstica de primera línea que alcanza una sensibilidad que varía del 67 al 86%; se ha descrito que POCUS puede ser una herramienta útil en el diagnóstico diferencial de las urgencias abdominales en el servicio de urgencias, incluyendo el absceso hepático, logrando optimizar el manejo clínico<sup>60,61</sup>. Blomquist et al. describieron un caso clínico de una paciente de 92 años con sepsis en quien la evaluación con POCUS previa a realización de tomografía abdominal facilitó el diagnóstico de absceso hepático y el inicio temprano de antibioticoterapia<sup>62</sup>.

### Guía ecográfica de procedimientos: paracentesis

La ascitis es la acumulación patológica de líquido en la cavidad peritoneal. La cirrosis hepática es la principal etiología de la ascitis (80% de los casos). Esta se presenta hasta en 10% de los pacientes con cirrosis hepática compensada por año<sup>37</sup>.



**Figura 4** Aplicaciones de POCUS en hepatología.

La paracentesis abdominal consiste en extraer líquido ascítico insertando una aguja en la cavidad peritoneal, generalmente realizado a lado de la cama del paciente, puede ser diagnóstica o terapéutica y realizarse con técnica de venopunción «a ciegas» o guiada por US<sup>63</sup>. Existen escasas contraindicaciones absolutas para la realización de una paracentesis como la coagulación intravascular diseminada, con diversas contraindicaciones relativas como: embarazo, prolongación de tiempos de coagulación, trombocitopenia, adherencias, obstrucción intestinal, globo vesical, infección o hematoma en sitio de punción y la poca colaboración del paciente. En general, las complicaciones de la paracentesis son raras, como la persistencia de fuga del líquido ascítico, infección en el sitio de punción o hematoma de pared abdominal, algunas complicaciones más graves son la hemorragia con una incidencia estimada menor al 0.2%, punción de otros órganos o de la arteria epigástrica inferior<sup>64</sup>.

Los procedimientos diagnósticos y terapéuticos guiados por imagen son el pilar de la práctica clínica contemporánea ya que permiten reducir morbilidad y mejorar la

seguridad y efectividad, la disponibilidad de dispositivos portátiles permite el uso de POCUS para guiar procedimientos en el momento de la evaluación clínica por el médico tratante<sup>1</sup>. La utilización del US permite realizar el diagnóstico de ascitis, identificar el sitio de punción previo al procedimiento y la evaluación en tiempo real de la inserción de la aguja<sup>63</sup>.

Se rito que la realización de paracentesis guiada por US es más segura y eficaz que la paracentesis a ciegas<sup>65</sup>. Bard y Lafortune reportaron la presencia de asas intestinales llenas de gas entre la pared abdominal y el líquido en el trayecto esperado de la aguja en 6 de 8 pacientes en los que se había detectado líquido en el sitio habitual de la punción a ciegas (flancos)<sup>66</sup>. En un análisis retrospectivo de 1,297 paracentesis abdominales, 723 (56%) guiadas por US y 574 (44%) a ciegas, se reportó una menor incidencia de eventos adversos en los procedimientos guiados por US (1.4% vs. 4.5%,  $p=0.01$ ), incluyendo infección posparacentesis (1.41% vs. 2.44%,  $p=0.01$ ), hematoma (0.0% vs. 0.87%,  $p=0.01$ ) y seroma (0.14 vs. 1.05%,  $p=0.03$ )<sup>67</sup>. El reciente estudio



realizado por Rodrigues et al. es concordante con estos hallazgos, con necesidad de modificación del sitio de punción por  $\geq 5$  cm del sitio anatómico de punción convencional con la utilización de POCUS en hasta 69% de los 45 procedimientos realizados, además de una mayor cantidad de líquido en los sitios determinados por POCUS en comparación con el sitio de punción convencional ( $5.4 \pm 2.8$  cm vs.  $3.0 \pm 2.5$  cm,  $p < 0.005$ )<sup>68</sup>, en un estudio retrospectivo se reportó que de 72 casos de ascitis evaluada por POCUS, el 30% no eran subsidiarios de paracentesis al evidenciarse menos de 1 cm de líquido en la cavidad peritoneal<sup>39</sup>. Por último, se ha demostrado que el uso de Power Doppler ahora disponible en la mayoría de los equipos de POCUS puede mejorar la visualización de la vasculatura abdominal y disminuir el riesgo de punción vascular y posible sangrado subsecuente<sup>69</sup>.

El uso de US para guiar procedimientos requiere que el clínico sea competente para realizar el procedimiento, en general, se requieren de 25 a 50 evaluaciones para asegurar la competencia en la mayoría de los procedimientos diagnósticos ultrasonográficos y de 10 para guiar los procedimientos terapéuticos con US<sup>1</sup>. Algunas recomendaciones para la realización de paracentesis guiada por POCUS son las siguientes<sup>65</sup>:

- Utilizar una sonda de matiz curvilínea de 3MHz para la evaluación inicial y una lineal de 10 Mhz para confirmar el sitio de punción.
- Localizar la bolsa de líquido de mayor tamaño ( $\geq 3$  cm).
- Identificar estructuras vasculares críticas como la arteria y vena epigástrica inferior (por imagen en modo B o por Doppler color).

## Conclusiones

El impacto de POCUS en medicina va de la mano de su existencia y su disponibilidad, sin lograr aún sobrepasar las herramientas diagnósticas definitivas de cada condición médica; permite la toma de decisiones basadas en los criterios habituales: historia, síntomas y signos (hoy clínicos y paraclínicos). Quien demerite el valor del POCUS tendría que demeritar que, ante la evidencia de disnea y sibilancias pulmonares auscultadas con el estetoscopio convencional, se diera tratamiento inmediato en sospecha de agudización de asma. La importancia que tiene en el estándar de cuidado de los pacientes implica ofrecer lo mejor a través de contar con los recursos adecuados. De forma concreta, en las manos adecuadas, la implementación de POCUS ha demostrado su utilidad en el proceso de toma de decisiones, lo que impacta directa o indirectamente en rubros considerados como marcadores en la calidad de la atención, tales como: días de estancia hospitalaria, cambios significativos en el diagnóstico o tratamiento principal y adición de diagnósticos relevantes<sup>2,5,6</sup>. La pandemia de COVID-19 ha demostrado que, en escenarios de toma rápida de decisiones, la disponibilidad de herramientas al pie de cama puede optimizar el proceso diagnóstico<sup>70</sup>. Además, coincide con alza en el entusiasmo de aprendizaje de POCUS, con los beneficios potenciales a nivel individual y en el sistema de salud, POCUS forma parte de la práctica clínica diaria de diversas especialidades y ha demostrado su

utilidad en distintos escenarios clínicos de la hepatología (fig. 4), requiriendo un entrenamiento básico para la evaluación de la superficie hepática, esteatosis, esplenomegalia y procedimientos como la paracentesis diagnóstica y uno más especializado para la evaluación del estado hídrico (VExUS) como el que ofrece la Alianza para la Certificación y Avance de los Médicos<sup>11,21,23,32,39</sup>. Para adquirir un equipo de US de bolsillo se requiere de una inversión inicial que varía dependiendo de la calidad del equipo. Debido a que es una herramienta relativamente nueva, se requieren de más estudios comparativos que evalúen el desempeño de POCUS en las diferentes enfermedades que abarca la hepatología tales como la evaluación del estado hemodinámico en el paciente con cirrosis hepática críticamente enfermo y la administración de albúmina.

## Financiación

Los autores declaran que no se recibió ningún tipo de financiamiento para este estudio.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés.

## Referencias

1. Díaz-Gómez JL, May PH, Koenig SJ. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med.* 2022;385:1593–602, <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMr1916062>.
2. Smallwood N, Dachselt M. Point-of-care ultrasound (POCUS): Unnecessary gadgetry or evidence-based medicine? *Clin Med.* 2018;18:219–24, <http://dx.doi.org/10.7861/clinmedicine.18-3-219>.
3. Rice JA, Brewer J, Speaks T, et al. The POCUS consult: How point of care ultrasound helps guide medical decision making. *Int J Gen Med.* 2021;14:9789–806, <http://dx.doi.org/10.2147/IJGM.S339476>.
4. Colli A, Prati D, Fraquelli M, et al. The use of a pocket-sized ultrasound device improves physical examination: Results of an in- and outpatient cohort study. *PLoS One.* 2015;10:1–10, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0122181>.
5. Cid-Serra X, Hoang W, El-Ansary D, et al. Clinical impact of point-of-care ultrasound in internal medicine inpatients: A systematic review. *Ultrasound Med Biol.* 2022;48:170–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2021.09.013>.
6. Bobbia X, Zieleskiewicz L, Pradeilles C. The clinical impact and prevalence of emergency point-of-care ultrasound: A prospective multicenter study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2017;36:383–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.accpm.2017.02.008>.
7. Weichert U, Buttman A, Jakobs R, et al. Diagnosis of liver cirrhosis: A comparison of modified ultrasound and laparoscopy in 100 consecutive patients. *J Clin Gastroenterol.* 2005;39:529–32, <http://dx.doi.org/10.1097/O1.mcg.0000165669.17649.20>.
8. Kelly EMM, Feldstein VA, Parks M, et al. An assessment of the clinical accuracy of hypertension in diagnosing cirrhosis in the absence of portal hypertension. *Gastroenterol Hepatol.* 2018;14:367–73. PMID: 30166950 PMID: PMC6111505.
9. Han SK, Kim MY, Kang SH, et al. Application of ultrasound for the diagnosis of cirrhosis/portal

- hypertension. *J Med Ultrason.* 2022;49:321–31, <http://dx.doi.org/10.1007/s10396-022-01191-w>.
10. Goyal N, Jain N, Rachapalli V, et al. Non-invasive evaluation of liver cirrhosis using ultrasound. *Clin Radiol.* 2009;64:1056–66, <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2009.05.010>.
  11. Costantino A, Piagnani A, Nandi N, et al. Reproducibility and diagnostic accuracy of pocket-sized ultrasound devices in ruling out compensated cirrhosis of mixed etiology. *Eur Radiol.* 2022;32:4609–15, <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-022-08572-2>.
  12. Rinella ME, Lazarus JV, Ratziu V, et al. A multi-society Delphi consensus statement on new fatty liver disease nomenclature. *Hepatology.* 2023, <http://dx.doi.org/10.1097/HEP.0000000000000520>. Online ahead of print.
  13. Younossi ZM, Aaron BK, Abdelatif D, et al. Global epidemiology of nonalcoholic fatty liver disease—Meta-analytic assessment of prevalence, incidence, and outcomes. *Hepatology.* 2016;64:73–84, <http://dx.doi.org/10.1002/hep.28431>.
  14. Li AA, Ahmed A, Kim D. Extrahepatic manifestations of nonalcoholic fatty liver disease. *Gut Liver.* 2020;14:168–78, <http://dx.doi.org/10.5009/gnl19069>.
  15. Hernández-Conde M, Calleja JL. La enfermedad hepática metabólica: una nueva pandemia prevenible. *Rev Gastroenterol Mex.* 2022, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rgmx.2022.04.002>. Online ahead of print.
  16. Velarde-Ruiz Velasco JA, García-Jiménez ES, García-Zermeño KR, et al. Extrahepatic complications of non-alcoholic fatty liver disease: Its impact beyond the liver. *Rev Gastroenterol Mex.* 2019;84:472–81, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rgmx.2019.05.004>.
  17. Eslam M, Newsome PN, Sarin SK, et al. A new definition for metabolic dysfunction-associated fatty liver disease: An international expert consensus statement. *J Hepatol.* 2020;73:202–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2020.03.039>.
  18. Kanwal F, Shubrook JH, Adams LA. Clinical care pathway for the risk stratification and management of patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Gastroenterology.* 2021;161:1657–69, <http://dx.doi.org/10.1053/j.gastro.2021.07.049>.
  19. Hernaez R, Lazo M, Bonekamp S, et al. Diagnostic accuracy and reliability of ultrasonography for the detection of fatty liver: A meta-analysis. *Hepatology.* 2011;54:1082–90, <http://dx.doi.org/10.1002/hep.24452>.
  20. Ferraioli G, Monteiro LBS. Ultrasound-based techniques for the diagnosis of liver steatosis. *World J Gastroenterol.* 2019;25:6053–62, <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v25.i40.6053>.
  21. Riley TR, Mendoza A, Bruno MA. Bedside ultrasound can predict nonalcoholic fatty liver disease in the hands of clinicians using a prototype image. *Dig Dis Sci.* 2006;51:982–5, <http://dx.doi.org/10.1007/s10620-006-9343-6>.
  22. Stock KF, Klein B, Steubl D, et al. Comparison of a pocket-size ultrasound device with a premium ultrasound machine: Diagnostic value and time required in bedside ultrasound examination. *Abdom Imaging.* 2015;40:2861–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s00261-015-0406-z>.
  23. Miles DA, Levi CS, Uhanova J, et al. Pocket-sized versus conventional ultrasound for detecting fatty infiltration of the liver. *Dig Dis Sci.* 2020;65:82–5, <http://dx.doi.org/10.1007/s10620-019-05752-x>.
  24. Sourianarayanan A, McCullough AJ. Accuracy of ultrasonographic fatty liver index using point-of-care ultrasound in stratifying non-alcoholic fatty liver disease patients. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2023;35:654–61, <http://dx.doi.org/10.1097/MEG.0000000000002544>.
  25. Khov N, Sharma A, Riley TR. Bedside ultrasound in the diagnosis of nonalcoholic fatty liver disease. *World J Gastroenterol.* 2014;20:6821–5, <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v20.i22.6821>.
  26. Garcia-Tsao G. Portal hypertension. *Curr Opin Gastroenterol.* 2005;21:313–22, <http://dx.doi.org/10.1097/01.mog.0000218962.93806.9a>.
  27. Ripoll C, Groszmann R, Garcia-Tsao G, et al. Hepatic Venous Pressure Gradient Predicts Clinical Decompensation in Patients With Compensated Cirrhosis. *Gastroenterology.* 2007;133:481–8, <http://dx.doi.org/10.1053/j.gastro.2007.05.024>.
  28. Garcia-Tsao G, Abraldes JG, Berzigotti A, et al. Portal hypertensive bleeding in cirrhosis: Risk stratification, diagnosis, and management: 2016 practice guidance by the American Association for the study of liver diseases. *Hepatology.* 2017;65:310–35, <http://dx.doi.org/10.1002/hep.28906>.
  29. Reiberger T. The value of liver and spleen stiffness for evaluation of portal hypertension in compensated cirrhosis. *Hepatol Commun.* 2022;6:950–64, <http://dx.doi.org/10.1002/hep4.1855>.
  30. Sheth S, Amarapurkar D, Chopra K, et al. Evaluation of splenomegaly in portal hypertension. *J Clin Gastroenterol.* 1996;22:28–30, <http://dx.doi.org/10.1097/00004836-199601000-00008>.
  31. Berzigotti A, Seijo S, Arena U. Elastography, spleen size, and platelet count identify portal hypertension in patients with compensated cirrhosis. *Gastroenterology.* 2013;144:102–11, <http://dx.doi.org/10.1053/j.gastro.2012.10.001>.
  32. López Zúñiga MÁ, Vallejo Palomino T, Martín Toro MA, et al. Diagnostic capacity of pocket-sized ultrasound devices at point of care by a non-radiologist resident in patients with suspected abdominal pathology ultrasound. *Med Biol.* 2020;46:263–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2019.10.019>.
  33. Leung JCF, Loong TCW, Pang J, et al. Invasive and non-invasive assessment of portal hypertension. *Hepatol Int.* 2018;12:44–55, <http://dx.doi.org/10.1007/s12072-017-9795-0>.
  34. Kim MY, Jeong WK, Baik SK. Invasive and non-invasive diagnosis of cirrhosis and portal hypertension. *World J Gastroenterol.* 2014;20:4300–15, <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v20.i15.4300>.
  35. Zironi G, Gaiani S, Fenyses D, et al. Value of measurement of mean portal flow velocity by Doppler flowmetry in the diagnosis of portal hypertension. *J Hepatol.* 1992;16:298–303, [http://dx.doi.org/10.1016/s0168-8278\(05\)80660-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0168-8278(05)80660-9).
  36. Merkel C, Sacerdoti D, Bolognesi M, et al. Doppler sonography and hepatic vein catheterization in portal hypertension: assessment of agreement in evaluating severity and response to treatment. *J Hepatol.* 1998;28:622–30, [http://dx.doi.org/10.1016/s0168-8278\(98\)80286-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0168-8278(98)80286-9).
  37. Angeli P, Bernardi M, Villanueva C, et al. EASL Clinical Practice Guidelines for the management of patients with decompensated cirrhosis. *J Hepatol.* 2018;69:406–60, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2018.03.024>.
  38. Rykkje A, Carlsen JF, Nielsen MB. Hand-held ultrasound devices compared with high-end ultrasound systems: A systematic review. *Diagnostics.* 2019;9:61, <http://dx.doi.org/10.3390/diagnostics9020061>.
  39. Keil-Ríos D, Terrazas-Solís H, González-Garay A, et al. Pocket ultrasound device as a complement to physical examination for ascites evaluation and guided paracentesis. *Intern Emerg Med.* 2016;11:461–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s11739-016-1406-x>.
  40. Velarde-Ruiz Velasco J, García-Jiménez E, Aldana-Ledesma J, et al. Evaluation and management of emergencies in the patient with cirrhosis. *Rev Gastroenterol Mex.* 2022;87:198–215, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rgmex.2022.05.001>.

41. Argaiz ER, Koratala A, Reisinger N. Comprehensive assessment of fluid status by point-of-care ultrasonography. *Kidney360*. 2021;2:1326–38, <http://dx.doi.org/10.34067/KID.0006482020>.
42. Koratala A, Reisinger N. Point of care ultrasound in cirrhosis-associated acute kidney injury: Beyond inferior vena cava. *Kidney360*. 2022;3:1965–8, <http://dx.doi.org/10.34067/KID.0005522022>.
43. Kajal K, Premkumar M, Chaluvashetty SB, et al. Point-of-care thoracic ultrasonography in patients with cirrhosis and liver failure. *Cureus*. 2021;13:e15559, <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.15559>.
44. Premkumar M, Kajal K, Kulkarni AV, et al. Point-of-care echocardiography and hemodynamic monitoring in cirrhosis and acute-on-chronic liver failure in the covid-19 era. *J Intensive Care Med*. 2021;36:511–23, <http://dx.doi.org/10.1177/0885066620988281>.
45. Premkumar M, Rangegowda D, Kajal K, et al. Noninvasive estimation of intravascular volume status in cirrhosis by dynamic size and collapsibility indices of the inferior vena cava using bedside echocardiography. *JGH Open*. 2019;3:322–8, <http://dx.doi.org/10.1002/jgh3.12166>.
46. Leal-Villarreal MAJ, Aguirre-Villarreal D, Vidal-Mayo JJ, et al. Correlation of internal jugular vein collapsibility with central venous pressure in patients with liver cirrhosis. 2023, <http://dx.doi.org/10.14309/ajg.0000000000002315>. Online ahead of print.
47. Koratala A, Ronco C, Kazory A. Albumin infusion in patients with cirrhosis: Time for POCUS-Enhanced physical examination. *CardioRenal Med*. 2021;11:161–5, <http://dx.doi.org/10.1159/000517363>.
48. China L, Freemantle N, Forrest E. A randomized trial of albumin infusions in hospitalized patients with cirrhosis. *N Engl J Med*. 2021;384:808–17, <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa202166>.
49. Belcher J, Parada X, Simonetto D. Terlipressin and the treatment of hepatorenal syndrome: How the CONFIRM Trial moves the story forward. *Am J Kidney Dis*. 2022;79:737–45, <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2021.08.016>.
50. Koratala A, Reisinger N. POCUS for nephrologists: basic principles and a general approach. *Kidney360*. 2021;2:1660–8, <http://dx.doi.org/10.34067/KID.0002482021>.
51. Angeli P, Garcia-Tsao G, Nadim MK, et al. News in pathophysiology, definition and classification of hepatorenal syndrome: A step beyond the International Club of Ascites (ICA) consensus document. *J Hepatol*. 2019;71:811–22, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhep.2019.07.002>.
52. Velez JCQ, Petkovich B, Karakala N, et al. Point-of-care echocardiography unveils misclassification of acute kidney injury as hepatorenal syndrome. *Am J Nephrol*. 2019;50:204–11, <http://dx.doi.org/10.1159/000501299>.
53. Nadim MK, García-Tsao G. Acute kidney injury in patients with cirrhosis. *N Engl J Med*. 2023;388:733–45, <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMra2215289>.
54. Chupetlovska K, Borhani A, Dasyam A, et al. Post-operative imaging anatomy in liver transplantation. *Abdom Radiol*. 2021;46:9–16, <http://dx.doi.org/10.1007/s00261-020-02440-7>.
55. Sharafi S, Foster B, Fung A. Contrast-enhanced ultrasound for vascular complications in the transplant liver. *Clin Liver Dis*. 2021;17:139–43, <http://dx.doi.org/10.1002/cld.1020>.
56. Goh Y, Neo W, Teo Y. Role of contrast-enhanced ultrasound in the evaluation of post-liver transplant vasculature. *Clin Radiol*. 2020;75:832–44, <http://dx.doi.org/10.1016/j.crad.2020.05.003>.
57. Kimura Y, Tapia Sosa R, Soto-Trujillo D, et al. Liver transplant complications radiologist can't miss. *Cureus*. 2020;12:e8465, <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.8465>.
58. Ma L, Lu Q, Luo Y. Vascular complications after adult living donor liver transplantation: Evaluation with ultrasonography. *World J Gastroenterol*. 2016;22:1617–26, <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v22.i4.1617>.
59. Hur B, Lee J, Chu A, et al. UltraFast Doppler ultrasonography for hepatic vessels of liver recipients: Preliminary experiences. *Ultrasonography*. 2015;34:58–65, <http://dx.doi.org/10.14366/usg.14038>.
60. Johannsen E, Sifri C, Madoff L. Pyogenic liver abscesses. *Infect Dis Clin North Am*. 2000;14:547–63, [http://dx.doi.org/10.1016/s0891-5520\(05\)70120-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0891-5520(05)70120-3).
61. McClure MB, Patel K, Cabrera G, et al. Point-of-care ultrasound diagnosis of a pyogenic liver abscess in the emergency department. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2021;2:10–3, <http://dx.doi.org/10.1002/emp2.12412>.
62. Blomquist M, Brinkerhoff T, Weech D, et al. Point-of-care ultrasound identification of hepatic abscess in the Emergency Department. *Clin Pract Cases Emerg Med*. 2023;7:115–7, <http://dx.doi.org/10.5811/cpcem.1299>.
63. Fiorini F, Natali G, Battaglia Y. Ultrasound-guided paracentesis: Technical, diagnostic and therapeutic aspects for the modern nephrologist. *Y G Ital Nefrol*. 2022;39:2022. PMID: 35191624.
64. Thomsen TW, Shaffer RW, White B, et al. Paracentesis. *N Engl J Med*. 2006;355:e21, <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMvcm062234>.
65. Ennis J, Schultz G, Perera P, et al. Ultrasound for detection of ascites and for guidance of the paracentesis procedure: Technique and review of the literature. *Int J Clin Med*. 2014;5:1277–93, <http://dx.doi.org/10.4236/ijcm.2014.520163>.
66. Bard C, Lafortune M. Ascites: US guidance or blind paracentesis. *Cmaj*. 1986;135:209–10. PMID: 3524781; PMID: PMC1491159.
67. Patel PA, Ernst FR, Gunnarsson CL. Evaluation of hospital complications and costs associated with using ultrasound guidance during abdominal paracentesis procedures. *J Med Econ*. 2012;15:1–7, <http://dx.doi.org/10.3111/13696998.2011.628723>.
68. Rodrigues DM, Kundra A, Hookey L, et al. Does point-of-care ultrasound change the needle insertion location during routine bedside paracentesis? *J Gen Intern Med*. 2022;37:1598–602, <http://dx.doi.org/10.1007/s11606-021-07042-7>.
69. Hanna C, Montague S, Hanna NM. The power of Doppler in ultrasound-guided paracentesis. *Can J Emerg Med*. 2022;24:447–9, <http://dx.doi.org/10.1007/s43678-022-00292-2>.
70. Gao X, Zou X, Li R. Application of POCUS in patients with COVID-19 for acute respiratory distress syndrome management: A narrative review. *BMC Pulm Med*. 2022;22:52, <http://dx.doi.org/10.1186/s12890-022-01841-2>.