

Ecografía pulmonar en emergencias valor diagnóstico frente a la radiografía de tórax en la identificación temprana del edema agudo de pulmón en pacientes atendidos en emergencia.

Lung ultrasound in emergencies: diagnostic value compared with chest radiography for early identification of acute pulmonary edema in emergency patients.

Ultrassonografia pulmonar em emergências: valor diagnóstico comparado à radiografia de tórax na identificação precoce do edema pulmonar agudo em pacientes de emergência.

Erick Washington Balladares Giler
Universidad de Guayaquil
Ecuador
erickballadares11@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0001-4617-8993>

Forma de citación en APA, séptima edición.

Balladares, E. (2026). *Ecografía pulmonar en emergencias valor diagnóstico frente a la radiografía de tórax en la identificación temprana del edema agudo de pulmón en pacientes atendidos en emergencia*. Revista Ibero Research, 1(7), 259 - 300.

Fecha de presentación: 01/09/2026

Fecha de aceptación: 03/09/2026

Fecha de publicación: 04/09/2026

Resumen

El edema agudo de pulmón constituye una causa crítica de disnea cuyo reconocimiento temprano condiciona la oportunidad terapéutica en emergencia. El objetivo fue analizar el valor diagnóstico de la ecografía pulmonar frente a la radiografía de tórax para la identificación temprana del edema agudo de pulmón en pacientes atendidos en servicios de emergencia. Se realizó una revisión narrativa estructurada de literatura biomédica, con búsqueda y verificación en PubMed/MEDLINE, Cochrane Library y documentos de consenso, priorizando estudios comparativos, metaanálisis y guías clínicas. La evidencia mostró una sensibilidad consistentemente mayor de la ecografía pulmonar, con estimaciones comparativas de 88,0% frente a 73,0% y de 91,8% frente a 76,5%, mientras la especificidad fue generalmente comparable y dependiente del contexto clínico. Los estudios recientes confirmaron ventajas de rapidez a pie de cama y capacidad de exclusión, aunque las líneas B permanecen inespecíficas y dependientes del operador. Se concluye que la ecografía pulmonar posee alto valor para la evaluación inicial y debe integrarse con clínica, ecocardiografía, biomarcadores y radiografía cuando aporte información anatómica adicional.

Palabras clave: líneas B; insuficiencia cardiaca aguda; disnea; ultrasonografía a pie de cama; congestión pulmonar.

Abstract

Acute pulmonary edema is a critical cause of dyspnea in which early recognition determines timely treatment in the emergency setting. The objective was to analyze the diagnostic value of lung ultrasound compared with chest radiography for the early identification of acute pulmonary edema in patients treated in emergency departments. A structured narrative review of biomedical literature was conducted, with search and verification in PubMed/MEDLINE, the Cochrane Library, and consensus documents, prioritizing comparative studies, meta-analyses, and clinical guidelines. The evidence showed consistently higher sensitivity for lung ultrasound, with comparative estimates of 88.0% versus 73.0% and 91.8% versus 76.5%, while specificity was generally comparable and dependent on the clinical context. Recent studies confirmed advantages in bedside speed and rule-out capability, although B-lines remain nonspecific and operator dependent. It is concluded that lung ultrasound has high value for initial assessment and should be integrated with clinical evaluation, echocardiography, biomarkers, and chest radiography when additional anatomic information is required.

Keywords: B-lines; acute heart failure; dyspnea; point-of-care ultrasonography; pulmonary congestion.

Resumo

O edema pulmonar agudo constitui causa crítica de dispneia, cujo reconhecimento precoce condiciona a oportunidade terapêutica na emergência. O objetivo foi analisar o valor diagnóstico da ultrassonografia pulmonar em comparação com a radiografia de tórax para a identificação precoce do edema pulmonar agudo em pacientes atendidos em serviços de emergência. Foi realizada revisão narrativa estruturada da literatura biomédica, com busca e verificação em PubMed/MEDLINE, Cochrane Library e documentos de consenso, priorizando estudos comparativos, metanálises e diretrizes clínicas. As evidências mostraram sensibilidade consistentemente maior da ultrassonografia pulmonar, com estimativas comparativas de 88,0% versus 73,0% e 91,8% versus 76,5%, enquanto a especificidade foi geralmente comparável e dependente do contexto clínico. Estudos recentes confirmaram vantagens de rapidez à beira do leito e capacidade de exclusão, embora as linhas B permaneçam inespecíficas e dependentes do operador. Conclui-se que a ultrassonografia pulmonar apresenta alto valor na avaliação inicial e deve ser integrada à clínica, ecocardiografia, biomarcadores e radiografia quando houver necessidade de informação anatômica adicional.

Palavras-chave: linhas B; insuficiência cardíaca aguda; dispneia; ultrassonografia à beira do leito; congestão pulmonar.

Introducción

La disnea aguda representa un síndrome de alta prioridad en los servicios de emergencia por su asociación con insuficiencia respiratoria, descompensación cardiovascular y necesidad de decisiones terapéuticas inmediatas. Dentro de sus causas, la insuficiencia cardíaca aguda y el edema pulmonar cardiogénico ocupan un lugar relevante, debido a que la congestión puede progresar con rapidez y coexistir con neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma, tromboembolismo pulmonar o alteraciones metabólicas, lo cual disminuye la precisión de la valoración clínica aislada. Las guías contemporáneas mantienen la evaluación integrada de síntomas, signos, electrocardiograma, biomarcadores e imagen como fundamento del diagnóstico inicial de insuficiencia cardíaca aguda (1-4).

El edema agudo de pulmón cardiogénico se produce, de forma predominante, por incremento de las presiones de llenado del corazón izquierdo y de la presión hidrostática capilar pulmonar, situación que favorece el desplazamiento de líquido hacia el intersticio y, cuando se supera la capacidad de drenaje linfático, hacia los espacios alveolares. Este proceso altera la relación aire-líquido, deteriora el intercambio gaseoso y genera hipoxemia, aumento del trabajo respiratorio y, en los cuadros graves, insuficiencia respiratoria aguda. La identificación durante los primeros minutos de atención permite orientar oxigenoterapia, ventilación no invasiva, vasodilatación o diuresis según el fenotipo clínico y la condición hemodinámica.

La radiografía de tórax ha formado parte del abordaje tradicional de la disnea porque permite valorar cardiomegalia, redistribución vascular, edema intersticial, opacidades alveolares, derrame pleural y diagnósticos alternativos. Sin embargo, la expresión radiográfica depende del momento evolutivo, la posición del paciente, la técnica empleada, el volumen circulante y la interpretación del observador, de modo que una

radiografía sin signos inequívocos de congestión no excluye insuficiencia cardiaca aguda. Esta limitación resulta especialmente importante durante las fases iniciales, cuando la necesidad clínica consiste en reconocer cambios antes de que la congestión sea anatómicamente evidente.

La ecografía pulmonar a pie de cama modificó este escenario al permitir la exploración inmediata de la interfaz pleuropulmonar. El protocolo BLUE demostró que la combinación de deslizamiento pleural y un patrón anterior bilateral de múltiples líneas B podía identificar edema pulmonar con sensibilidad aproximada de 97% y especificidad de 95% en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda (5). Posteriormente, las recomendaciones internacionales estandarizaron conceptos, técnica, patrones y aplicaciones del ultrasonido pulmonar, consolidando su utilización como herramienta point-of-care en contextos de emergencia y cuidados críticos (6).

Las líneas B son artefactos verticales hiperecogénicos que nacen en la línea pleural, alcanzan el borde profundo de la imagen sin atenuarse y se desplazan con el movimiento respiratorio cuando existe deslizamiento pleural. Su incremento refleja aumento de densidad subpleural y pérdida relativa de aireación, por lo que el hallazgo de múltiples líneas B bilaterales y difusas es compatible con síndrome intersticial. Las guías de práctica de ultrasonografía point-of-care han reforzado la necesidad de reconocer el patrón en conjunto con la distribución, el aspecto pleural y el contexto clínico, evitando atribuir a un artefacto una etiología única (7).

La actualización internacional publicada en 2026 revisó literatura de 2012 a 2025 y evaluó 1.775 publicaciones nuevas mediante un proceso Delphi con 21 expertos, del cual surgieron 83 declaraciones de consenso sobre signos, aspectos técnicos, monitorización y aplicaciones clínicas (8). Este volumen de evidencia confirma que la ultrasonografía pulmonar ha dejado de ser una técnica exploratoria para convertirse en

una herramienta estructurada, aunque el mismo consenso subraya la necesidad de integrarla con otros ultrasonidos por órgano y con modalidades diagnósticas complementarias cuando la pregunta clínica excede la capacidad de la técnica.

En insuficiencia cardíaca, el consenso de la European Association of Cardiovascular Imaging considera la cuantificación de líneas B una expresión dinámica de congestión pulmonar, útil tanto en cuadros agudos como durante el seguimiento, y enfatiza la estandarización de la adquisición e interpretación (9). La aplicación práctica admite protocolos de diferente extensión, desde evaluaciones amplias hasta esquemas reducidos para pacientes inestables, siempre que se mantengan criterios reproducibles. La presencia de líneas B bilaterales, el derrame pleural y otros hallazgos ecográficos pueden aumentar la probabilidad de congestión, pero su significado debe contrastarse con síntomas, presión arterial, antecedentes cardiovasculares, función ventricular y biomarcadores.

La principal fortaleza diagnóstica de la ecografía pulmonar deriva de su sensibilidad para detectar cambios de densidad pulmonar relacionados con líquido extravascular. Las líneas B pueden coexistir con líneas A y variar durante el tratamiento, por lo que su interpretación no debe limitarse a una dicotomía normal-anormal. La técnica posibilita además identificar consolidaciones subpleurales, derrame pleural, ausencia de deslizamiento y signos orientadores de neumotórax, lo que amplía su utilidad en la disnea indiferenciada. Una guía práctica reciente resume que la valoración por zonas y el reconocimiento de perfiles ecográficos permiten adaptar la exploración a la urgencia sin perder el vínculo con el diagnóstico diferencial (10).

La comparación cuantitativa con la radiografía ha sido evaluada en metaanálisis de exactitud diagnóstica. Maw et al. incluyeron seis estudios y 1.827 pacientes y estimaron para la ecografía pulmonar sensibilidad de 88% y especificidad de 90%, frente a

sensibilidad de 73% y especificidad de 90% para radiografía de tórax, con una razón relativa de sensibilidad significativamente favorable a la ecografía (11). Este hallazgo mostró que la diferencia entre ambas pruebas se concentraba principalmente en la capacidad de detectar congestión, no en una superioridad uniforme de especificidad.

Una síntesis posterior amplió la evidencia a ocho estudios con 2.787 participantes y documentó sensibilidad de 91,8% y especificidad de 92,3% para ecografía pulmonar, en comparación con 76,5% y 87,0% para radiografía, respectivamente (12). Más recientemente, un metaanálisis de 38 estudios y 6.783 pacientes informó sensibilidad agrupada de 92%, especificidad de 90% y exactitud de 96% para ultrasonografía pulmonar en el diagnóstico de insuficiencia cardíaca, con razón de verosimilitud negativa de 0,14, dato que respalda su capacidad para reducir la probabilidad diagnóstica cuando el examen es negativo (13).

La evidencia de alta sensibilidad no es exclusiva de comparaciones directas. Un metaanálisis de ocho estudios y 1.301 pacientes estimó sensibilidad de 97% y especificidad de 98% para la detección de edema pulmonar agudo mediante ultrasonografía y líneas B (14). Aunque las poblaciones, protocolos y estándares de referencia variaron, el resultado estableció un fundamento cuantitativo para considerar la ecografía pulmonar en pacientes críticos. Esta heterogeneidad también obliga a evitar la traslación mecánica de una cifra a todos los servicios, debido a que la prevalencia de insuficiencia cardíaca, la selección de pacientes y la experiencia del operador modifican los valores predictivos.

Los estudios realizados directamente en servicios de emergencia permiten aproximar mejor la utilidad clínica cotidiana. Ghauri et al. evaluaron 225 pacientes con disnea aguda y encontraron sensibilidad de 91,05% y especificidad de 91,18% para ecografía, mientras la radiografía alcanzó 60,16% y 66,67%, respectivamente (15). En otro estudio

prospectivo con 99 pacientes, la ecografía mostró sensibilidad de 96% frente a 65% de la radiografía, y 16 de 18 pacientes con radiografía negativa y diagnóstico final de edema pulmonar presentaron ultrasonido positivo, lo cual evidenció el potencial de detectar congestión no reconocida inicialmente en la imagen convencional (16).

La utilidad se ha observado también en pacientes mayores, población en la que la disnea suele coexistir con comorbilidad cardiopulmonar. Nakao et al. evaluaron 81 pacientes y documentaron sensibilidad de 92,5% y especificidad de 85,7% para ecografía pulmonar, frente a 63,6% y 92,9% para radiografía (17). El resultado ilustra un patrón relevante: la ecografía tiende a ganar sensibilidad, mientras la radiografía puede conservar una especificidad elevada en determinados grupos, por lo que el valor clínico de cada prueba depende de la finalidad inmediata, ya sea excluir congestión, confirmar hallazgos anatómicos o explorar diagnósticos alternativos.

Los estudios de 2025 añaden matices que impiden presentar la ecografía como sustituto universal de la radiografía. Keranović et al., en 242 pacientes con disnea aguda, observaron sensibilidad de 95,3% y valor predictivo negativo de 90,8% para ultrasonido, con resultados disponibles en una mediana de 10 minutos frente a 62,5 minutos para radiografía, aunque la especificidad ecográfica fue de 51,8% y la radiográfica de 65,8% (18). El hallazgo destaca la rapidez y la capacidad de exclusión, al mismo tiempo que demuestra que una elevada sensibilidad puede acompañarse de mayor proporción de falsos positivos si el patrón se interpreta sin suficiente contexto.

En una cohorte prospectiva de 240 pacientes no críticos con disnea, Miger et al. encontraron que la incorporación del derrame pleural al criterio ecográfico mejoró el área bajo la curva a 0,82, con sensibilidad de 80% y especificidad de 84%, mientras la radiografía alcanzó sensibilidad de 68% y especificidad de 91% (19). La radiografía mostró mejor desempeño en pacientes sin historia previa de insuficiencia cardíaca,

mientras ambas modalidades fueron comparables en quienes presentaban insuficiencia cardiaca crónica. Estos resultados apoyan una lectura contextual y explican por qué la superioridad de la ecografía no puede definirse únicamente a partir de promedios globales.

La inespecificidad de las líneas B constituye el principal límite conceptual. Un patrón intersticial puede aparecer en síndrome de dificultad respiratoria aguda, neumonía intersticial, fibrosis pulmonar, contusión y otras alteraciones que aumentan líquido o tejido en regiones subpleurales. La distribución focal, la irregularidad pleural, las consolidaciones y los hallazgos cardiovasculares ayudan a diferenciar causas, pero no eliminan por completo la incertidumbre. Por esa razón, la utilidad clínica aumenta cuando la ecografía pulmonar forma parte de una evaluación cardiopulmonar que integre ecocardiografía focal, vena cava inferior cuando corresponda, electrocardiograma, péptidos natriuréticos, función renal y valoración clínica.

En el contexto latinoamericano y ecuatoriano, la disponibilidad desigual de equipamiento radiológico, tiempos de traslado, carga asistencial y presencia de pacientes inestables otorga relevancia a una herramienta que puede realizarse junto a la camilla. Sin embargo, la implementación no depende únicamente de adquirir dispositivos portátiles, debido a que la calidad del examen requiere formación, supervisión, criterios de competencia y protocolos de documentación. El valor potencial reside en reducir demoras sin reducir el rigor diagnóstico, evitando que la rapidez se convierta en una fuente de sobreinterpretación de hallazgos inespecíficos.

El problema científico se sitúa, por tanto, en determinar hasta qué punto la ecografía pulmonar ofrece una ventaja diagnóstica temprana frente a la radiografía sin perder de vista las limitaciones de ambas modalidades. La evidencia disponible sugiere una ganancia consistente de sensibilidad y de oportunidad temporal, pero muestra

variaciones de especificidad relacionadas con población, protocolo y referencia diagnóstica. Esta tensión justifica una síntesis centrada en el servicio de emergencia, donde la decisión no consiste solamente en establecer cuál prueba es más exacta, sino en definir cómo se complementan para reducir incertidumbre durante los primeros minutos de atención.

El objetivo general fue analizar el valor diagnóstico de la ecografía pulmonar frente a la radiografía de tórax en la identificación temprana del edema agudo de pulmón en pacientes atendidos en servicios de emergencia. De forma específica se buscó comparar sensibilidad y especificidad, describir la contribución de las líneas B y otros hallazgos ecográficos, examinar la rapidez y el impacto potencial sobre la conducta clínica, e identificar las principales limitaciones que condicionan la interpretación. La hipótesis de trabajo sostuvo que la ecografía pulmonar presenta mayor sensibilidad para la detección temprana de congestión, con especificidad dependiente del contexto, por lo que su mayor utilidad se alcanza dentro de una estrategia multimodal.

Metodología

Se desarrolló una revisión narrativa estructurada de literatura científica orientada a la exactitud diagnóstica y a la utilidad clínica de la ecografía pulmonar frente a la radiografía de tórax en adultos con disnea aguda, sospecha de insuficiencia cardiaca o edema pulmonar atendidos en servicios de emergencia. El enfoque se mantuvo coherente con el documento base, pero se amplió mediante búsqueda bibliográfica externa y verificación individual de datos, con el propósito de actualizar la evidencia hasta el 4 de septiembre de 2026 sin convertir la revisión en un metaanálisis nuevo ni atribuir resultados combinados no calculados.

La búsqueda principal se efectuó en PubMed/MEDLINE y se complementó con consultas dirigidas en Cochrane Library y documentos de sociedades científicas internacionales, priorizando publicaciones biomédicas indexadas, guías de práctica clínica, consensos, revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios prospectivos y ensayos controlados. Se revisaron además los registros bibliográficos enlazados a los artículos relevantes para verificar autores, año, revista, volumen, páginas, DOI y PMID cuando estuvieron disponibles. No se utilizaron blogs, páginas comerciales, contenido de redes sociales ni fuentes sin respaldo científico como fundamento de los resultados.

La estrategia combinó términos MeSH y texto libre en inglés y español. Se emplearon expresiones equivalentes a “lung ultrasound”, “point-of-care ultrasound”, “B-lines”, “pulmonary edema”, “acute heart failure”, “acute decompensated heart failure”, “chest radiography”, “chest X-ray”, “acute dyspnea” y “emergency department”, vinculadas mediante operadores AND y OR. También se realizaron búsquedas específicas por autor y título para corroborar referencias del documento original y resolver discordancias bibliográficas, especialmente cuando una cifra diagnóstica se encontraba atribuida a una publicación diferente de la fuente primaria verificable.

Se incluyeron estudios en población adulta que evaluaran ecografía pulmonar en disnea aguda, edema pulmonar cardiogénico o insuficiencia cardiaca aguda; investigaciones con comparación directa frente a radiografía de tórax; metaanálisis de exactitud diagnóstica; estudios que aportaran tiempos de disponibilidad, impacto sobre la decisión clínica o respuesta terapéutica; y consensos o guías que describieran técnica, interpretación y estandarización. Se permitió la inclusión de estudios seminales anteriores a cinco años cuando su aporte resultó necesario para fundamentar el protocolo BLUE, la definición de líneas B, la comparación directa histórica o la evolución de las recomendaciones internacionales.

Se excluyeron estudios exclusivamente pediátricos, reportes de caso aislados, investigaciones sin relación directa con congestión pulmonar o insuficiencia cardiaca, publicaciones centradas únicamente en patología pulmonar no cardiogénica sin utilidad para el diagnóstico diferencial, y documentos cuya información bibliográfica no pudiera ser verificada. En los trabajos que analizaron poblaciones mixtas se extrajeron únicamente los datos pertinentes a la pregunta de revisión. La selección se orientó por pertinencia clínica y calidad de la fuente, sin asignar un número PRISMA de registros debido a que el diseño correspondió a una revisión narrativa estructurada y no a una revisión sistemática exhaustiva.

Las variables principales fueron sensibilidad y especificidad de la ecografía pulmonar y de la radiografía de tórax. Como variables secundarias se consideraron tamaño de muestra, diseño, entorno de atención, definición del patrón ecográfico, valor predictivo cuando se encontraba disponible, tiempo hasta obtención del resultado, cambio en la conducta clínica, cuantificación de líneas B y utilidad para monitorización. La exactitud se interpretó respecto del estándar de referencia definido por cada estudio, que incluyó

adjudicación clínica experta, diagnóstico de alta, combinación de pruebas cardiológicas o tomografía de baja dosis en investigaciones específicas.

Los datos de los estudios comparativos se extrajeron de los resúmenes PubMed, textos disponibles y registros bibliográficos verificables. Se comprobaron las cifras incluidas en el documento base y se corrigieron las atribuciones cuando la fuente primaria identificada no coincidía con el autor citado originalmente, sin modificar la pregunta de investigación. En particular, la comparación de sensibilidad de 96% para ecografía frente a 65% para radiografía, junto con 16 resultados ecográficos positivos entre 18 radiografías inicialmente negativas, se vinculó con el estudio prospectivo de Wooten et al., mientras la síntesis de 2.787 pacientes se vinculó con Chiu et al.

La síntesis fue descriptiva y comparativa. No se calcularon sensibilidades agrupadas nuevas, razones de verosimilitud combinadas ni efectos resumen, debido a la heterogeneidad entre protocolos ecográficos, criterios radiográficos, prevalencia de insuficiencia cardíaca, poblaciones y estándares de referencia. Las diferencias en sensibilidad utilizadas en los gráficos se obtuvieron mediante resta aritmética de porcentajes publicados en estudios que evaluaron ambas modalidades dentro de la misma investigación, sin inferir significación estadística cuando el artículo fuente no la proporcionó.

Las cuatro tablas se diseñaron para resumir características metodológicas, rendimiento diagnóstico, impacto clínico y recomendaciones de consenso. Los cuatro gráficos se construyeron con datos publicados y verificados, utilizando Python 3 y la biblioteca Matplotlib en un entorno de análisis local. La representación gráfica se limitó a porcentajes y diferencias derivados directamente de los artículos seleccionados; no se imputaron valores faltantes, no se transformaron datos individuales y no se generaron

participantes sintéticos. Cada elemento visual mantuvo una fuente explícita para permitir trazabilidad.

La evaluación crítica consideró heterogeneidad clínica, dependencia del operador, tamaño muestral, carácter prospectivo o metaanalítico, composición de la población, definición de positividad de líneas B y riesgo de incorporar la misma información diagnóstica en el estándar final. Se concedió mayor peso interpretativo a metaanálisis, consensos y estudios prospectivos comparativos, sin asumir que todos fueran directamente intercambiables. La revisión mantuvo una distinción entre capacidad para detectar síndrome intersticial y capacidad para establecer etiología cardiogénica, debido a que ambas preguntas no son equivalentes.

Por tratarse de una revisión de literatura basada exclusivamente en información publicada y datos agregados de acceso científico, no existió contacto con pacientes, intervención clínica, recolección de datos personales ni modificación de historias clínicas. En consecuencia, no se generó un nuevo protocolo de investigación en seres humanos ni se atribuyó aprobación de un comité institucional inexistente. Se respetaron principios de integridad científica mediante verificación de referencias, conservación de los resultados originales y exclusión de datos que no pudieran asociarse con una fuente identificable.

Resultados

La evidencia seleccionada mostró un patrón general favorable a la ecografía pulmonar para la detección temprana de congestión, aunque la magnitud de la ventaja varió según el diseño y la población. Los estudios comparativos abarcaron desde cohortes prospectivas de menos de cien participantes hasta metaanálisis con varios miles de pacientes, lo cual permitió observar la consistencia del hallazgo en diferentes escenarios. La radiografía mantuvo utilidad diagnóstica, especialmente por su especificidad en algunas poblaciones y por la información anatómica adicional que aporta, por lo que los resultados se interpretaron como comparación de desempeño y no como sustitución automática.

La Tabla 1 presenta las características de los estudios utilizados para la comparación directa. Se incluyeron dos metaanálisis y cuatro estudios prospectivos recientes o clínicamente representativos, con tamaños muestrales que oscilaron entre 81 y 2.787 pacientes. Las diferencias en edad, estabilidad clínica, referencia diagnóstica y definición de congestión explican parte de la variabilidad observada y deben considerarse antes de trasladar una estimación puntual a un servicio de emergencia distinto.

Tabla 1. Características metodológicas de estudios comparativos seleccionados

Estudio	Diseño	n	Población/comparación	Referencia diagnóstica
Maw et al., 2019 (11)	Revisión sistemática y metaanálisis	1.827; 6 estudios	Adultos con disnea; LUS y CXR en evaluación inicial	Diagnóstico experto de ADHF o combinación de ecocardiografía/BNP
Chiu et al., 2022 (12)	Revisión sistemática y metaanálisis	2.787; 8 estudios	Disnea y sospecha de ADHF	Estándar definido por cada estudio incluido
Ghauri et al., 2021 (15)	Estudio diagnóstico en emergencia	225	Disnea aguda; LUS y CXR	Diagnóstico clínico final
Nakao et al., 2021 (17)	Cohorte diagnóstica	81	Pacientes mayores con disnea	Diagnóstico final de insuficiencia cardíaca aguda
Keranović et al., 2025 (18)	Estudio prospectivo diagnóstico	242	Disnea aguda ≤3 días; LUS, CXR y NT-proBNP	Adjudicación clínica experta, ciega a LUS

Estudio	Diseño	n	Población/comparación	Referencia diagnóstica
Miger et al., 2025 (19)	Estudio prospectivo multimodal	240	Pacientes ≥ 50 años, no críticos, con disnea	Adjudicación cardiológica; LDCT como comparador objetivo

Fuente: elaboración a partir de Maw et al. (11), Chiu et al. (12), Ghauri et al. (15), Nakao et al. (17), Keranović et al. (18) y Miger et al. (19).

La tabla evidencia que la superioridad de sensibilidad de la ecografía se ha observado tanto en síntesis de múltiples estudios como en cohortes individuales. Al mismo tiempo, los diseños no son equivalentes: Maw y Chiu integraron investigaciones con distintos estándares de referencia, mientras los estudios más recientes incorporaron adjudicación clínica o tomografía de baja dosis. Esta diversidad fortalece la validez externa del patrón general, pero limita cualquier comparación directa entre porcentajes como si provinieran de una sola población homogénea.

Para visualizar la capacidad de detección se comparó la sensibilidad publicada en seis investigaciones que reportaron resultados para ambas modalidades. La selección del Gráfico 1 no pretende combinar estadísticamente los estudios, sino mostrar la dirección y magnitud de las diferencias observadas dentro de cada fuente, conservando el porcentaje original y evitando estimaciones agregadas artificiales.

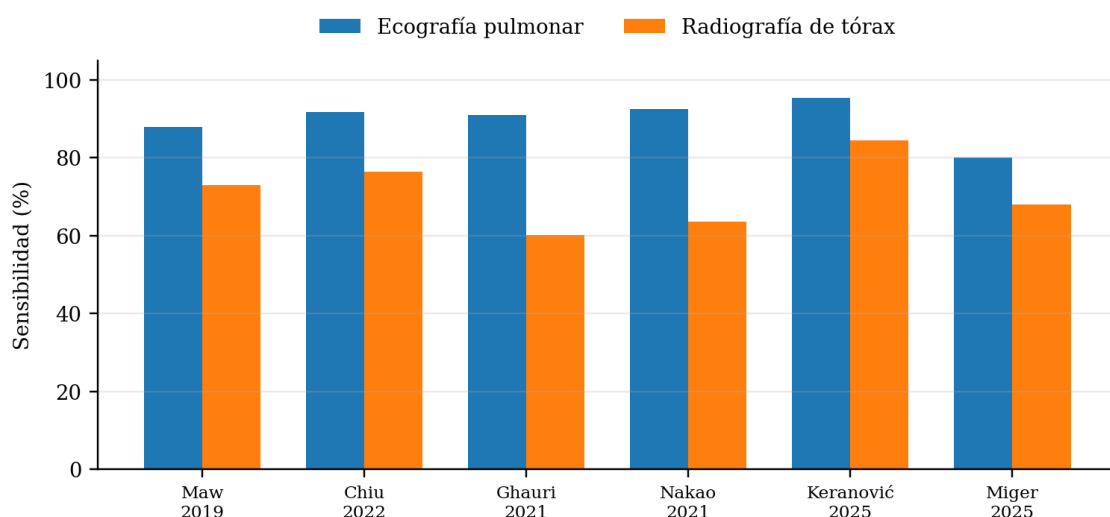


Gráfico 1. Sensibilidad de ecografía pulmonar y radiografía de tórax en estudios comparativos

Fuente: elaboración con porcentajes publicados en Maw et al. (11), Chiu et al. (12), Ghauri et al. (15), Nakao et al. (17), Keranović et al. (18) y Miger et al. (19).

El Gráfico 1 muestra una sensibilidad mayor de la ecografía pulmonar en las seis comparaciones. Las diferencias fueron amplias en Ghauri y Nakao, superiores a veintiocho puntos porcentuales, mientras el estudio de Keranović mostró una separación menor debido al aumento de sensibilidad radiográfica dentro de una cohorte contemporánea. Incluso en Miger, donde se analizaron pacientes no críticos y se utilizó un criterio ecográfico enriquecido con derrame pleural, la sensibilidad se mantuvo por encima de la radiografía, aunque con una diferencia más moderada.

La Tabla 2 resume simultáneamente sensibilidad y especificidad, lo cual resulta necesario porque una mayor detección no equivale a una mayor capacidad de confirmación. La lectura conjunta permite reconocer escenarios en los que la ecografía reduce falsos negativos a costa de una especificidad inferior, así como estudios en los que ambas medidas permanecen altas. Los metaanálisis de Maw y Chiu aportan las comparaciones de mayor tamaño, mientras las cohortes recientes ofrecen información sobre el comportamiento de la técnica en poblaciones específicas.

Tabla 2. Rendimiento diagnóstico comparativo de ecografía pulmonar y radiografía de tórax

Estudio	Sens. LUS (%)	Esp. LUS (%)	Sens. CXR (%)	Esp. CXR (%)	Δ sens. (pp)
Maw et al., 2019 (11)	88	90	73	90	15.0
Chiu et al., 2022 (12)	91.8	92.3	76.5	87	15.3
Ghauri et al., 2021 (15)	91.05	91.18	60.16	66.67	30.9
Nakao et al., 2021 (17)	92.5	85.7	63.6	92.9	28.9
Keranović et al., 2025 (18)	95.3	51.8	84.4	65.8	10.9
Miger et al., 2025 (19)	80	84	68	91	12.0

Fuente: elaboración con datos publicados en las referencias (11), (12), (15), (17), (18) y (19). LUS: ecografía pulmonar; CXR: radiografía de tórax; pp: puntos porcentuales.

En la síntesis comparativa, Maw et al. observaron una diferencia de quince puntos porcentuales en sensibilidad con especificidad idéntica de 90%, mientras Chiu et al. encontraron una diferencia de 15,3 puntos y una especificidad también favorable a la ecografía. Ghauri et al. mostraron la separación más marcada tanto en sensibilidad como en especificidad. En contraste, Nakao, Keranović y Miger documentaron una

especificidad radiográfica superior, hallazgo que demuestra que el contexto clínico y el umbral ecográfico influyen de manera importante sobre los falsos positivos.

El Gráfico 2 representa la especificidad de las mismas comparaciones. Este indicador permite valorar la capacidad de cada prueba para identificar correctamente a los pacientes sin insuficiencia cardiaca o edema pulmonar según el estándar empleado, y resulta especialmente relevante porque las líneas B pueden aparecer en enfermedades no cardiogénicas. La heterogeneidad de especificidad es mayor que la observada para sensibilidad, por lo que el resultado negativo y el resultado positivo de la ecografía no deben recibir el mismo peso clínico en todos los escenarios.

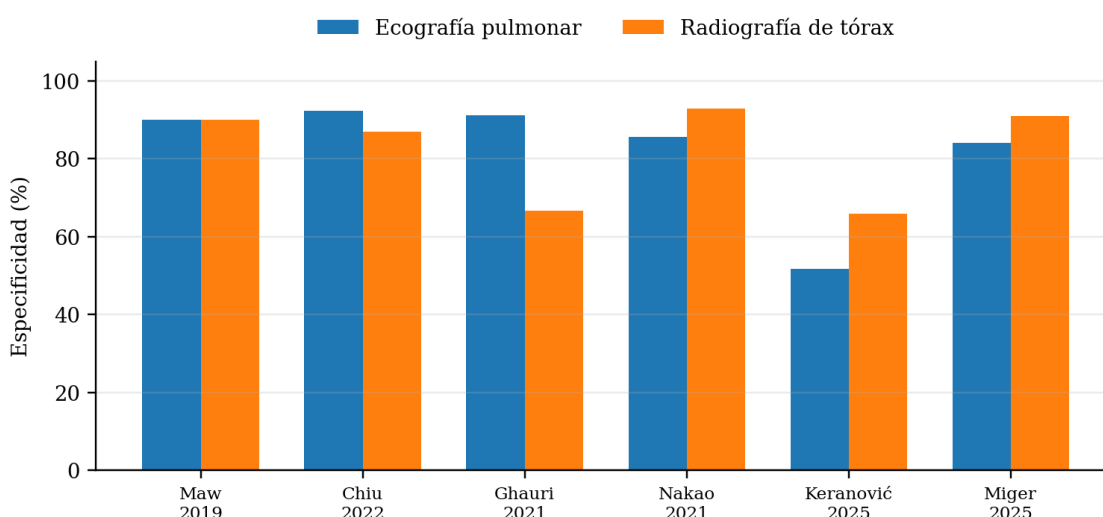


Gráfico 2. Especificidad de ecografía pulmonar y radiografía de tórax en estudios comparativos

Fuente: elaboración con porcentajes publicados en las referencias (11), (12), (15), (17), (18) y (19).

El Gráfico 2 confirma que la especificidad no presenta una dirección uniforme. En Maw fue equivalente, en Chiu y Ghauri favoreció a la ecografía, mientras en Nakao, Keranović y Miger favoreció a la radiografía. La especificidad de 51,8% observada por Keranović resulta particularmente ilustrativa: un protocolo sensible y rápido puede ser excelente para reducir la probabilidad de insuficiencia cardiaca cuando es negativo, pero requiere confirmación contextual cuando es positivo. Esta variación impide formular una regla universal basada únicamente en la presencia de líneas B.

Además de la exactitud, la utilidad de una prueba en emergencia depende de su capacidad para modificar la decisión clínica sin retrasar la estabilización. La evidencia prehospitalaria y los ensayos de integración de ecografía han evaluado este componente. Un metaanálisis de ocho estudios prehospitalarios con 691 pacientes estimó sensibilidad de 86,7% y especificidad de 87,5% para ecografía pulmonar en insuficiencia cardiaca descompensada, demostrando que la técnica puede conservar rendimiento fuera del hospital cuando existe entrenamiento adecuado (20).

En un estudio prospectivo prehospitalario con 264 pacientes, la incorporación de ecografía aumentó la sensibilidad diagnóstica de los paramédicos de 23% a 71%, mantuvo especificidad cercana a 96% y elevó la proporción de pacientes con insuficiencia cardiaca que recibieron tratamiento antes de llegar al hospital de 14% a 53%. La mediana de tiempo hasta tratamiento disminuyó de 169 a 21 minutos, lo cual proporciona una medida clínica del potencial de la información ecográfica cuando está disponible de forma inmediata (21).

En el ámbito hospitalario, el ensayo aleatorizado de Pivetta et al. incluyó 518 pacientes con disnea aguda y encontró que la integración de ecografía pulmonar con la evaluación clínica alcanzó un área bajo la curva de 0,95, superior al abordaje clínico aislado y al esquema que incorporaba radiografía y NT-proBNP, además de reducir errores diagnósticos (22). En contraste, el ensayo piloto BLUSHED-AHF no demostró diferencia significativa en su desenlace primario de congestión a las seis horas ni en días vivos y fuera del hospital a 30 días, aunque observó mayor reducción de líneas B a las 48 horas (23).

La Tabla 3 organiza estos resultados de implementación y permite diferenciar exactitud diagnóstica de impacto sobre el proceso asistencial. La rapidez de disponibilidad constituye una ventaja operativa de la ecografía, pero no garantiza por sí sola mejores

desenlaces clínicos, debido a que la respuesta depende del tratamiento elegido, la severidad, el tiempo de intervención y múltiples factores posteriores al diagnóstico.

Tabla 3. Impacto de la ecografía pulmonar sobre diagnóstico, tiempo y conducta clínica

Estudio	n	Comparación	Hallazgo principal	Implicación
Pivetta et al., 2019 (22)	518	LUS + clínica frente a estrategias diagnósticas convencionales	AUC 0,95 con LUS + clínica; reducción de errores diagnósticos	Ventaja en precisión diagnóstica integrada
Pang et al., 2021 (23)	130	Manejo en emergencia guiado por LUS frente a cuidado habitual	Sin diferencia significativa en el desenlace primario a 6 h; mayor reducción de líneas B a 48 h	No demuestra beneficio clínico universal por guiar tratamiento
Russell et al., 2024 (21)	264	Diagnóstico paramédico con y sin LUS	Sensibilidad 23% sin LUS y 71% con LUS; tratamiento de AHF 14% vs 53%	Mediana hasta tratamiento: 169 vs 21 min
Keranović et al., 2025 (18)	242	LUS frente a CXR y NT-proBNP	LUS: sensibilidad 95,3% y VPN 90,8%	Resultado LUS 10,0 min frente a CXR 62,5 min

Fuente: elaboración a partir de Pivetta et al. (22), Pang et al. (23), Russell et al. (21) y Keranović et al. (18). AHF: insuficiencia cardíaca aguda; VPN: valor predictivo negativo.

Los datos indican que el beneficio más consistente se concentra en la información diagnóstica temprana y en el inicio de decisiones, mientras los desenlaces clínicos duros requieren evidencia adicional. La reducción de tiempo observada en el entorno prehospitalario y en Keranović es coherente con la naturaleza point-of-care de la técnica. El ensayo BLUSHED-AHF recuerda que disminuir líneas B no necesariamente se traduce en una diferencia inmediata de resultados centrados en el paciente, por lo que la ecografía debe considerarse una herramienta de decisión y monitorización, no una intervención terapéutica independiente.

El Gráfico 3 expresa la ganancia absoluta de sensibilidad de la ecografía frente a la radiografía en los seis estudios comparativos. Esta diferencia se calculó a partir de los porcentajes publicados dentro de cada fuente y no representa un efecto combinado. La finalidad es identificar cuánto aumentó la detección en cada contexto y mostrar si la ventaja depende de uno o dos trabajos extremos o aparece de manera repetida en la literatura.

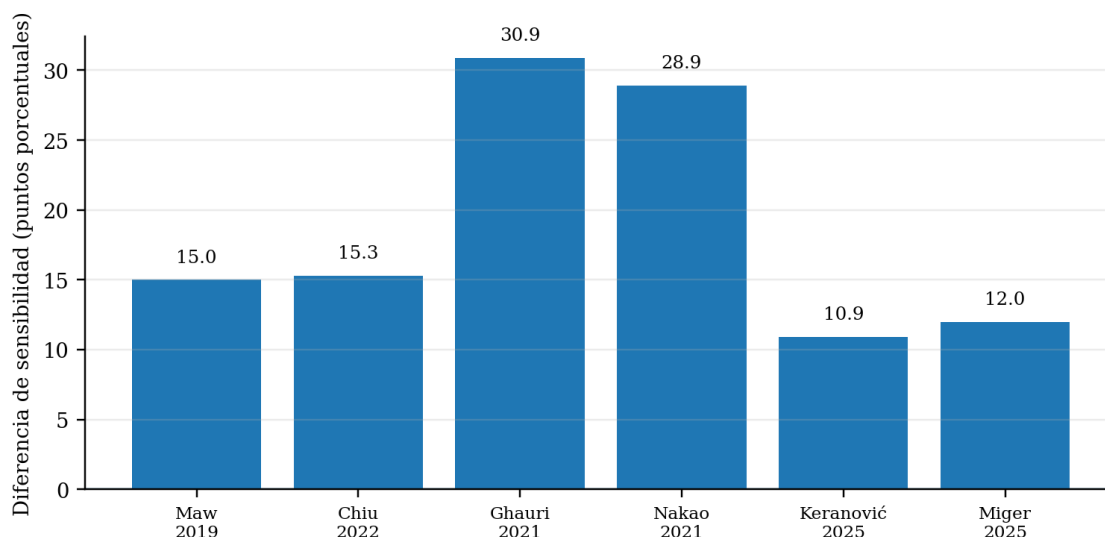


Gráfico 3. Ganancia absoluta de sensibilidad de la ecografía pulmonar frente a radiografía

Fuente: cálculo descriptivo a partir de porcentajes publicados en las referencias (11), (12), (15), (17), (18) y (19); diferencia = sensibilidad LUS - sensibilidad CXR, sin combinación metaanalítica.

La ganancia de sensibilidad fue positiva en todos los estudios, con valores aproximados entre 10,9 y 30,9 puntos porcentuales. Las mayores diferencias correspondieron a Ghauri y Nakao, mientras las menores se observaron en Keranović y Miger. La consistencia direccional respalda el uso de ecografía cuando el objetivo inmediato es minimizar falsos negativos de congestión, aunque la amplitud variable vuelve a señalar que la magnitud del beneficio depende de selección de pacientes, experiencia del operador y desempeño local de la radiografía.

El fundamento fisiológico de la monitorización se estableció tempranamente mediante la relación entre artefactos comet-tail, presión de enclavamiento y agua pulmonar extravascular, mostrando que el contenido pulmonar de líquido puede reflejarse ecográficamente (24). Posteriormente, documentos de consenso propusieron listas de reporte y criterios de cuantificación para reducir variabilidad en número de zonas, configuración del equipo y forma de contar líneas B (25). Estas iniciativas son relevantes porque una prueba altamente sensible pierde reproducibilidad si cada operador utiliza un umbral o esquema de exploración diferente.

Una revisión sistemática de 2018 sobre líneas B en emergencia reunió siete estudios con 1.861 pacientes y estimó sensibilidad de 82,5% y especificidad de 83,6% para insuficiencia cardíaca aguda descompensada, confirmando utilidad pero también heterogeneidad (26). En un protocolo combinado de ultrasonografía pulmonar y cardíaca, Russell et al. mostraron sensibilidad y especificidad de 83% y una mejora de la exactitud clínica respecto de la impresión inicial, además de cambios en el manejo de una proporción relevante de pacientes (27).

El estudio multicéntrico SIMEU de 1.005 pacientes reforzó el valor de la integración: el diagnóstico que incorporaba ecografía pulmonar alcanzó sensibilidad de 97% y especificidad de 97,4%, mientras la radiografía aislada presentó sensibilidad de 69,5% y especificidad de 82,1% (28). Un metaanálisis de diagnóstico de insuficiencia cardíaca aguda en emergencia estimó para la presencia ecográfica de edema pulmonar una razón de verosimilitud positiva de 7,4 y negativa de 0,16, parámetros que respaldan su capacidad para modificar probabilidad preprueba cuando se interpreta apropiadamente (29).

Comparaciones tempranas entre ecografía y radiografía ya sugerían una mayor capacidad de la primera para reconocer edema cuando la imagen convencional todavía era negativa o equívoca (30). La literatura posterior y los documentos educativos de POCUS han mantenido esta conclusión, pero insisten en que la competencia debe incluir física básica, artefactos, identificación de errores y relación con ecocardiografía focal, en lugar de limitarse a contar líneas verticales (31). Esta exigencia de entrenamiento adquiere mayor importancia conforme aumenta el uso de equipos portátiles por profesionales de diferentes especialidades.

La evolución de las líneas B durante el tratamiento aporta una dimensión dinámica ausente en la radiografía seriada rutinaria. En pacientes hospitalizados por insuficiencia

cardiaca aguda, las líneas A y B pueden coexistir, pero la carga de líneas B se relaciona con congestión y desenlaces, mientras las líneas A no muestran la misma asociación pronóstica (32). Un estudio de 2024 encontró que una puntuación ecográfica igual o superior a siete al alta presentó sensibilidad de 95,5% y especificidad de 87,5% para predecir visita a emergencia o reingreso a 30 días, con una exploración promedio inferior a tres minutos (33).

La evidencia clínica reciente también ha explorado la relación entre líneas B, biomarcadores y presión de llenado. En una investigación bicéntrica publicada en 2025, la ecografía pulmonar mostró sensibilidad de 94,2% y especificidad de 77,5% para insuficiencia cardiaca aguda, con correlación positiva entre número de líneas B y NT-proBNP, así como una relación fuerte entre congestión ecográfica y presión auricular izquierda (34). Estos datos respaldan el valor fisiopatológico de la técnica y, al mismo tiempo, favorecen su integración con medidas cardiovasculares cuando se busca atribuir el patrón intersticial a una causa cardiogénica.

La Tabla 4 sintetiza recomendaciones y consensos que contextualizan los resultados diagnósticos. La progresión desde el consenso internacional de 2012 hasta la actualización de 2026 muestra una transición desde la definición y estandarización inicial hacia un uso más amplio en diagnóstico, monitorización y escenarios críticos, con una advertencia constante: la ecografía pulmonar debe realizarse mediante protocolos reproducibles y su resultado debe integrarse con la pregunta clínica y otros métodos cuando exista incertidumbre etiológica.

Tabla 4. Consensos y recomendaciones relevantes para la utilización de ecografía pulmonar

Documento	Tipo	Aporte relevante	Implicación para emergencia
Volpicelli et al., 2012 (6)	Consenso internacional POCUS	Estandarización inicial de signos, técnica y aplicaciones	Uso basado en indicación clínica y entrenamiento
Jarman et al., 2023 (7)	Guía EFSUMB POCUS	Aplicaciones cardíacas y pulmonares comunes; práctica estructurada	Necesidad de competencia y protocolos reproducibles

Documento	Tipo	Aporte relevante	Implicación para emergencia
Gargani et al., 2023 (9)	Consenso EACVI en insuficiencia cardíaca	Cuantificación de líneas B para congestión aguda y crónica	Interpretar carga de congestión junto con datos cardiovasculares
Volpicelli et al., 2026 (8)	Actualización internacional basada en Delphi	1.775 publicaciones revisadas; 83 declaraciones consensuadas	PoCLUS útil como herramienta definida e integrable con otras modalidades

Fuente: elaboración a partir de las recomendaciones y consensos internacionales (6-9).

Las recomendaciones coinciden en tres principios: adquisición estandarizada, interpretación contextual e integración multimodal. Ningún documento relevante plantea que una línea B aislada confirme edema cardiogénico ni que la radiografía deba abandonarse de forma indiscriminada. La actualización internacional de 2026, sustentada en una revisión de 1.775 publicaciones, refuerza el valor de PoCLUS como herramienta independiente para preguntas definidas y reconoce de manera explícita la necesidad de combinarla con otros ultrasonidos y modalidades diagnósticas, enfoque coherente con la evidencia comparativa obtenida.

Finalmente, el Gráfico 4 resume la estabilidad temporal de las estimaciones metaanalíticas de sensibilidad y especificidad de la ecografía pulmonar. Se incluyeron cuatro síntesis publicadas entre 2018 y 2025; las poblaciones y criterios no son idénticos, por lo que las líneas no representan una tendencia epidemiológica formal, sino una comparación visual de la magnitud de los estimadores agrupados reportados a lo largo del desarrollo de la evidencia.

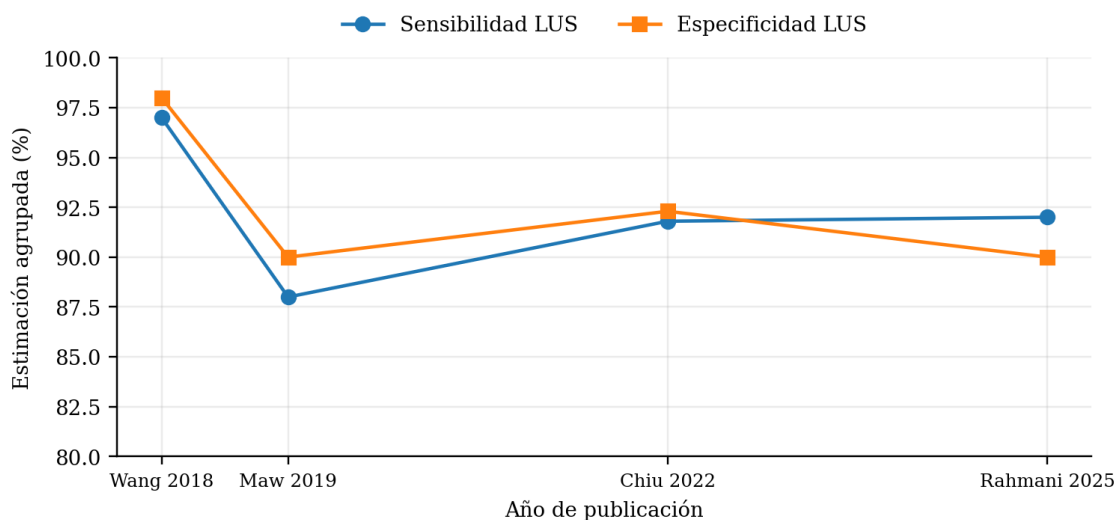


Gráfico 4. Estimaciones metaanalíticas publicadas de sensibilidad y especificidad de ecografía pulmonar

Fuente: elaboración con estimaciones agrupadas reportadas por Wang et al. (14), Maw et al. (11), Chiu et al. (12) y Rahmani et al. (13). Los estudios difieren en población y método; no representa un metaanálisis nuevo.

Las estimaciones agrupadas se mantuvieron en rangos altos, con sensibilidad entre 88% y 97% y especificidad entre 90% y 98%. La disminución respecto del metaanálisis de 2018 no debe interpretarse como deterioro de la técnica, porque los metaanálisis posteriores incluyeron poblaciones y preguntas diagnósticas diferentes. La estabilidad alrededor de 90% en síntesis más amplias sugiere que el rendimiento realista de la ecografía es elevado, pero no perfecto, y que la principal ventaja comparativa frente a radiografía continúa siendo la sensibilidad y la disponibilidad inmediata.

Discusión

Los resultados confirman que la ecografía pulmonar posee un valor diagnóstico relevante para la identificación temprana del edema pulmonar y la insuficiencia cardiaca aguda en pacientes con disnea atendidos en emergencia. La característica más consistente fue la mayor sensibilidad frente a la radiografía de tórax, observada tanto en metaanálisis como en estudios prospectivos. Esta ventaja tiene una consecuencia clínica directa: disminuye la probabilidad de que una congestión pulmonar presente durante la evaluación inicial permanezca sin reconocer cuando la radiografía todavía no muestra signos concluyentes.

La explicación fisiopatológica se relaciona con la forma en que cada técnica representa el aumento de líquido pulmonar. La radiografía reconoce cambios anatómicos y de densidad que dependen de proyección, posición y magnitud de la congestión, mientras la ecografía detecta alteraciones de la interfaz aire-líquido mediante artefactos que pueden aparecer cuando se incrementa el contenido intersticial. Por esta razón, una radiografía negativa en una fase temprana no tiene el mismo valor de exclusión que un examen ecográfico adecuadamente realizado y negativo en un paciente con probabilidad clínica intermedia.

La superioridad de sensibilidad no significa que la ecografía establezca por sí misma la etiología. Las líneas B son un signo de pérdida de aireación periférica y aumento de densidad, no un marcador exclusivo de presión hidrostática elevada. La diferenciación entre edema cardiogénico y enfermedad intersticial, neumonía o síndrome de dificultad respiratoria depende de distribución, simetría, línea pleural, consolidaciones, derrame y hallazgos cardiovasculares. Esta distinción explica por qué la especificidad varió de forma importante entre estudios, con cifras superiores a 90% en algunas cohortes y cercanas a 50% en otras.

El metaanálisis de Maw et al. constituye una referencia central porque comparó ambas modalidades en los mismos estudios y demostró que la diferencia estadísticamente significativa se concentraba en sensibilidad, mientras la especificidad permanecía prácticamente idéntica (11). La síntesis de Chiu et al. amplió el número de participantes y encontró una ventaja adicional de especificidad para ecografía (12). Considerados en conjunto, ambos análisis respaldan una conclusión prudente: la ecografía reduce falsos negativos de forma consistente y puede mantener buena especificidad, pero el grado de confirmación depende del protocolo y de la población.

Los estudios de Ghauri y Wooten ilustran el valor en emergencia, donde una diferencia de sensibilidad de alrededor de treinta puntos puede tener repercusión sobre el tiempo de tratamiento (15,16). La observación de Wooten, con ecografía positiva en 16 de 18 pacientes que presentaron radiografía inicialmente negativa y diagnóstico final de edema, es especialmente pertinente para el concepto de identificación temprana. La relevancia no reside en demostrar que la radiografía sea inútil, sino en reconocer que su negatividad inicial puede coexistir con un cuadro clínico en el que ya existe suficiente modificación intersticial para generar un patrón ecográfico.

La población de adultos mayores analizada por Nakao refuerza esta interpretación, debido a que la sensibilidad ecográfica superó ampliamente a la radiográfica, mientras la especificidad de la radiografía fue mayor (17). En pacientes con múltiples comorbilidades, esta combinación puede ser clínicamente útil: un ultrasonido negativo reduce la probabilidad de congestión y una radiografía positiva puede aportar información anatómica confirmatoria o identificar diagnósticos alternativos. El rendimiento complementario favorece una secuencia diagnóstica adaptada a la estabilidad del paciente y a la información ya disponible.

Keranović aporta una dimensión operativa contemporánea al mostrar una mediana de diez minutos para resultado ecográfico frente a más de una hora para radiografía, con sensibilidad de 95,3% (18). Esta diferencia temporal puede ser decisiva en un servicio congestionado o ante un paciente que no tolera traslado, pero la especificidad moderada obliga a evitar tratamientos agresivos basados únicamente en líneas B. La rapidez tiene valor cuando reduce incertidumbre y acelera una decisión razonada, no cuando reemplaza la evaluación diferencial por una interpretación binaria.

El estudio de Miger demuestra además que el desempeño cambia con la historia previa de insuficiencia cardíaca y la incorporación de derrame pleural (19). La ecografía fue comparable a la radiografía en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica, mientras la radiografía se comportó mejor en pacientes sin antecedentes. Esta diferencia puede relacionarse con la persistencia de hallazgos ecográficos, la presencia de enfermedades pulmonares concomitantes y el valor de signos radiográficos estructurales cuando se enfrenta un primer episodio. El resultado constituye una de las razones más sólidas para evitar afirmaciones de sustitución universal.

Los metaanálisis de ultrasonografía sin comparación directa también sostienen una elevada exactitud. Wang et al. informaron cifras cercanas a 97-98%, mientras Rahmani et al. obtuvieron estimaciones de 92% de sensibilidad y 90% de especificidad en una base mucho más amplia (13,14). La diferencia entre ambos resultados puede reflejar expansión de la población estudiada, variación de definiciones, mayor inclusión de escenarios menos seleccionados y efectos de heterogeneidad. La estimación más amplia alrededor de 90% probablemente representa mejor el rendimiento esperado cuando la técnica se utiliza en práctica clínica diversa.

La razón de verosimilitud negativa agrupada de 0,14 descrita por Rahmani tiene una interpretación clínica relevante: un resultado ecográfico negativo puede disminuir de

manera importante la probabilidad de insuficiencia cardiaca cuando la probabilidad previa no es extrema (13). Esta capacidad coincide con los estudios recientes que describen altos valores predictivos negativos. Sin embargo, ningún valor predictivo es transportable sin considerar prevalencia, por lo que la utilidad de exclusión será mayor en ciertas poblaciones y menor cuando la sospecha preprueba sea muy alta o existan limitaciones de ventana acústica.

La ecografía también aporta información en el seguimiento, porque las líneas B pueden disminuir con la descongestión. La relación descrita históricamente con agua pulmonar extravascular y presiones de llenado proporciona un fundamento fisiológico para utilizar la técnica de manera seriada (24). Los trabajos contemporáneos sobre líneas A y B y sobre puntuación al alta sugieren que la congestión ecográfica residual puede relacionarse con eventos posteriores (32,33). Esta capacidad dinámica es difícil de reproducir con radiografías repetidas debido a exposición acumulada, logística y menor sensibilidad para cambios intersticiales sutiles.

No obstante, la monitorización ecográfica no debe confundirse con una estrategia terapéutica validada para todos los pacientes. El ensayo BLUSHED-AHF mostró que una estrategia guiada por ultrasonido no produjo una diferencia significativa en el desenlace primario a seis horas ni en días vivos y fuera del hospital, aunque sí se observó mayor reducción de líneas B a las 48 horas (23). El hallazgo separa dos conceptos: una prueba puede medir congestión con precisión y ser útil para decisiones, pero demostrar beneficio en desenlaces requiere que la información se traduzca en intervenciones efectivas y seguras.

El ensayo de Pivetta muestra de forma más clara la ventaja diagnóstica de integrar ecografía con la valoración clínica, con área bajo la curva de 0,95 y reducción de errores respecto de estrategias basadas en radiografía y NT-proBNP (22). La palabra clave es

integración. El ultrasonido no compete solamente con una imagen, sino que modifica una probabilidad generada por historia, examen físico y otros estudios. Cuando se utiliza de esa forma, el patrón de líneas B adquiere un significado probabilístico y se evita el error de asumir que todo síndrome intersticial representa edema cardiogénico.

La experiencia prehospitalaria amplía las implicaciones para sistemas de emergencia. El incremento de sensibilidad paramédica y la reducción del tiempo a tratamiento observados por Russell et al. muestran que la ecografía portátil puede acercar información diagnóstica al primer contacto asistencial (21). El metaanálisis prehospitalario confirma un rendimiento global favorable (20). La expansión a este nivel exige programas de entrenamiento específicos, control de calidad, almacenamiento de imágenes y criterios claros de derivación, porque la utilidad disminuye si la técnica se realiza de forma ocasional o sin retroalimentación experta.

La dependencia del operador continúa siendo una limitación central. La adquisición de una imagen técnicamente aceptable suele ser más sencilla que la integración diagnóstica completa, pero ambos componentes requieren competencia. Variaciones en profundidad, ganancia, frecuencia del transductor, posición, número de zonas y definición de una región positiva pueden modificar la cantidad de líneas B. Los consensos de reporte y las guías EFSUMB buscan disminuir esta fuente de heterogeneidad mediante protocolos y terminología común (7,25). La actualización de 2026 mantiene la estandarización como requisito para la expansión responsable de PoCLUS (8).

Las condiciones anatómicas también limitan el examen. Obesidad, enfisema subcutáneo o pulmonar, vendajes, heridas, incapacidad para acceder a determinadas regiones y agitación pueden reducir la ventana acústica. La radiografía presenta limitaciones distintas, como proyección anteroposterior en pacientes supinos, artefactos técnicos, demora y menor sensibilidad inicial. La comparación entre pruebas no debe idealizar

ninguna de las dos; la elección depende de cuál limitación sea menos relevante para la pregunta clínica y el estado del paciente.

La ecografía ofrece una ventaja adicional al explorar diagnósticos diferenciales visibles desde la pleura, como consolidación, derrame y neumotórax, pero no caracteriza todas las lesiones torácicas. La radiografía conserva un campo anatómico global y puede mostrar cardiomegalia, dispositivos, patrones centrales o hallazgos no accesibles por ultrasonido. La tomografía continúa siendo superior cuando se requiere caracterización anatómica detallada. Por tanto, una estrategia escalonada puede comenzar con evaluación point-of-care y reservar imagen adicional para incertidumbre, discordancia o sospecha de una entidad que exceda la capacidad de LUS.

Los hallazgos tienen relevancia para servicios con recursos variables. Un ecógrafo portátil puede estar disponible junto al paciente y utilizarse repetidamente sin radiación, lo cual favorece su adopción en áreas de reanimación, observación y unidades de cuidados críticos. Sin embargo, la inversión principal no es solamente tecnológica; incluye formación inicial, evaluación de competencia, mantenimiento de habilidades y mecanismos de auditoría. Un protocolo institucional debe especificar indicaciones, número de zonas, definición de positividad, integración con ecocardiografía y circunstancias en las que la radiografía o la tomografía continúan siendo necesarias.

En Ecuador, la aplicación potencial debe considerar diferencias entre hospitales en disponibilidad de radiología, ultrasonido y personal entrenado. No se identificó evidencia comparativa nacional robusta que permitiera afirmar que los porcentajes internacionales se reproducen sin variación en servicios ecuatorianos, por lo que los valores sintetizados deben funcionar como referencia científica y no como estimadores locales. Esta ausencia de evidencia específica representa un vacío de investigación y

justifica estudios prospectivos nacionales con estándares de referencia definidos, capacitación documentada y evaluación de tiempos diagnósticos.

Una fortaleza de la presente revisión fue la actualización y verificación de las referencias del documento base mediante fuentes biomédicas externas. Este proceso permitió conservar el tema original y, al mismo tiempo, corregir atribuciones bibliográficas que podían generar interpretaciones erróneas. La comparación de 96% frente a 65% correspondió al estudio de Wooten y no al trabajo de Laursen, mientras la síntesis de ocho estudios y 2.787 pacientes correspondió a Chiu. Esta depuración mejora la trazabilidad de las cifras y evita reproducir errores secundarios en nuevas versiones del artículo.

Otra fortaleza consistió en separar rendimiento diagnóstico, implementación clínica y recomendaciones de consenso. Esta distinción evita tratar un aumento de sensibilidad como evidencia directa de reducción de mortalidad o ingreso hospitalario. Los datos muestran con claridad que LUS mejora detección y puede reducir tiempos, pero los efectos sobre desenlaces dependen de la intervención terapéutica posterior. El enfoque permite formular una conclusión proporcional a la evidencia: la ecografía es una herramienta diagnóstica de alto valor, no un tratamiento ni una prueba etiológica absoluta.

Entre las limitaciones se encuentra el carácter narrativo estructurado de la revisión, que no reproduce una estrategia sistemática con conteo exhaustivo de registros, evaluación formal de riesgo de sesgo para cada estudio y metaanálisis propio. Las diferencias entre estándares de referencia, prevalencia de insuficiencia cardíaca y protocolos de líneas B impidieron combinar de forma válida las cifras en un nuevo estimador. Los gráficos se diseñaron con datos publicados para facilitar la comparación, pero no deben interpretarse como análisis estadístico conjunto ni como prueba de tendencia temporal.

También debe considerarse que varios estudios comparan edema pulmonar, insuficiencia cardiaca aguda o insuficiencia cardiaca descompensada, conceptos relacionados pero no idénticos. La ecografía detecta principalmente el componente pulmonar de congestión, de modo que una insuficiencia cardiaca sin congestión pulmonar marcada puede producir un examen diferente. De igual manera, el edema no cardiogénico puede generar líneas B extensas. Esta variación semántica y fisiopatológica explica parte de la heterogeneidad de sensibilidad y especificidad entre estudios y exige precisión en la pregunta clínica.

La novedad práctica derivada de la evidencia actual es la consolidación de una secuencia diagnóstica orientada por probabilidad. En un paciente con disnea, signos de congestión y líneas B bilaterales simétricas, la probabilidad de edema cardiogénico aumenta y puede justificarse una intervención temprana mientras se completan estudios. En un paciente con ecografía negativa técnicamente adecuada y probabilidad inicial baja o intermedia, la insuficiencia cardiaca se vuelve menos probable. En escenarios discordantes, la radiografía, ecocardiografía, biomarcadores o tomografía deben resolver la incertidumbre.

Las futuras investigaciones deberían evaluar algoritmos combinados en servicios de emergencia latinoamericanos, con desenlaces que incluyan tiempo hasta tratamiento apropiado, errores diagnósticos, necesidad de imagen adicional, duración de estancia y eventos adversos. También resulta pertinente definir curvas de aprendizaje y criterios de competencia que aseguren reproducibilidad entre médicos de emergencia. El desarrollo de inteligencia artificial para conteo de líneas B podría disminuir variabilidad, pero su utilidad debe validarse frente a operadores entrenados y no sustituir el juicio clínico.

En síntesis, la discusión de la evidencia no apoya una oposición absoluta entre ecografía y radiografía. La ecografía ofrece mayor sensibilidad, rapidez, repetibilidad y ausencia

de radiación; la radiografía conserva especificidad en ciertos contextos y aporta información anatómica global. La estrategia más sólida utiliza las fortalezas de ambas de acuerdo con la probabilidad clínica y la estabilidad del paciente, situando a la ecografía como herramienta inicial o complemento temprano y a la radiografía como estudio adicional cuando la anatomía, el diagnóstico diferencial o la discordancia clínica lo requieran.

Conclusiones

La evidencia analizada permite concluir que la ecografía pulmonar presenta un alto valor diagnóstico para la identificación temprana del edema agudo de pulmón y de la congestión asociada con insuficiencia cardíaca aguda en pacientes atendidos en emergencia. La ventaja más consistente frente a la radiografía de tórax se concentra en la sensibilidad, lo que favorece el reconocimiento de pacientes cuya radiografía puede permanecer negativa o poco expresiva durante las fases iniciales.

La detección de múltiples líneas B bilaterales y difusas constituye un hallazgo útil para reconocer síndrome intersticial, pero no confirma por sí misma una etiología cardiogénica. La interpretación debe considerar distribución, características pleurales, derrame, consolidaciones y contexto cardiovascular, debido a que fibrosis, neumonía y otras enfermedades pulmonares pueden producir artefactos similares. La especificidad observada en la literatura varía de manera suficiente para impedir una lectura aislada del patrón ecográfico.

La ecografía pulmonar ofrece ventajas operativas relevantes: puede realizarse junto al paciente, repetirse sin radiación y proporcionar resultados en minutos. Estas características resultan especialmente útiles ante inestabilidad, dificultad para traslado o

necesidad de reevaluar la respuesta a la descongestión. La rapidez debe acompañarse de entrenamiento y protocolos estandarizados, porque el beneficio disminuye cuando la adquisición, el umbral de positividad o la interpretación difieren entre operadores.

La radiografía de tórax mantiene utilidad y no debe considerarse obsoleta. Su capacidad para aportar una visión anatómica general, identificar cardiomegalia, dispositivos, opacidades y diagnósticos alternativos sigue siendo relevante, y en determinadas poblaciones puede conservar una especificidad superior a la ecografía. La elección entre estudios debe responder a la pregunta clínica, no a una sustitución tecnológica predeterminada.

El objetivo general se cumple al establecer que la ecografía pulmonar supera de forma consistente a la radiografía en sensibilidad temprana, mientras la especificidad depende de población, protocolo y estándar de referencia. Los objetivos específicos muestran, además, que las líneas B constituyen el principal marcador de congestión, que la disponibilidad point-of-care puede reducir tiempos diagnósticos y que la integración con valoración clínica mejora el rendimiento respecto del uso aislado de una prueba.

El aporte principal reside en proponer una interpretación multimodal sustentada en evidencia actualizada. La ecografía pulmonar puede ocupar una posición de primera línea o de complemento inmediato durante la evaluación inicial de la disnea, acompañada de ecocardiografía, electrocardiograma, péptidos natriuréticos y radiografía cuando exista necesidad de información adicional. Este modelo conserva la rapidez de LUS sin perder la capacidad confirmatoria y diferencial de otros métodos.

La implementación en servicios de emergencia requiere programas formales de formación, definición de zonas de exploración, criterios de positividad, documentación de imágenes y auditoría de calidad. También se requieren estudios prospectivos en Ecuador y otros países latinoamericanos para medir exactitud, tiempos de atención y

efecto sobre decisiones clínicas en condiciones locales. La evidencia disponible permite incorporar la ecografía pulmonar con fundamento científico, siempre que su uso mantenga criterios de competencia y se integre al razonamiento clínico.

Referencias Bibliográficas

Servicio de Rentas Internas. (s. f.). ¿Qué derechos tengo como contribuyente?

<https://www.sri.gob.ec/que-derechos-tengo-como-contribuyente>

1. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2021
ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart
failure. Eur Heart J. 2021;42(36):3599-3726. doi:10.1093/eurheartj/ehab368.
2. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2023
Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of
acute and chronic heart failure. Eur Heart J. 2023;44(37):3627-3639.
doi:10.1093/eurheartj/ehad195.
3. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, Allen LA, Byun JJ, Colvin MM, et al. 2022
AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure. J Card Fail.
2022;28(5):e1-e167. doi:10.1016/j.cardfail.2022.02.010.
4. Masip J, Peacock WF, Arrigo M, Rossello X, Platz E, Cullen L, et al. Acute Heart
Failure in the 2021 ESC Heart Failure Guidelines: a scientific statement from the
Association for Acute CardioVascular Care of the European Society of
Cardiology. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care. 2022;11(2):173-185.
doi:10.1093/ehjacc/zuab122.
5. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute
respiratory failure: the BLUE protocol. Chest. 2008;134(1):117-125.
doi:10.1378/chest.07-2800.

6. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012;38(4):577-591.
doi:10.1007/s00134-012-2513-4.
7. Jarman RD, McDermott C, Colclough A, Bøtker M, Knudsen L, Harris T, et al. EFSUMB Clinical Practice Guidelines for Point-of-Care Ultrasound: Part One (Common Heart and Pulmonary Applications) LONG VERSION. *Ultraschall Med.* 2023;44(1):e1-e24. doi:10.1055/a-1882-5615.
8. Volpicelli G, Gargani L, Zieleskiewicz L, Tuinman PR, Kimura BJ, Zisis G, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound: 2025 focused update of the 2012 recommendations. *Intensive Care Med.* 2026;52(7):1415-1446. doi:10.1007/s00134-026-08487-2.
9. Gargani L, Girerd N, Platz E, Pellicori P, Stankovic I, Palazzuoli A, et al. Lung ultrasound in acute and chronic heart failure: a clinical consensus statement of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2023;24(12):1569-1582. doi:10.1093/ehjci/jead169.
10. Iwakura K, Onishi T. A practical guide to the lung ultrasound for the assessment of congestive heart failure. *J Echocardiogr.* 2021;19(4):195-204.
doi:10.1007/s12574-021-00528-7.
11. Maw AM, Hassanin A, Ho PM, McInnes MDF, Moss A, Juarez-Colunga E, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care lung ultrasonography and chest radiography in adults with symptoms suggestive of acute decompensated heart failure: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open.* 2019;2(3):e190703. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.0703.

12. Chiu L, Jairam MP, Chow R, Chiu N, Shen M, Alhassan A, et al. Meta-Analysis of Point-of-Care Lung Ultrasonography Versus Chest Radiography in Adults With Symptoms of Acute Decompensated Heart Failure. *Am J Cardiol.* 2022;174:89-95. doi:10.1016/j.amjcard.2022.03.022.
13. Rahmani E, et al. Accuracy of Lung Ultrasonography for Diagnosis of Heart Failure; a Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Acad Emerg Med.* 2025;13(1):e33. doi:10.22037/aaemj.v13i1.2555.
14. Wang Y, Shen Z, Lu X, Zhen Y, Li H. Sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of acute pulmonary edema: a systematic review and meta-analysis. *Med Ultrason.* 2018;20(1):32-36. doi:10.11152/mu-1223.
15. Ghauri SK, Mustafa KJ, Javaeed A, Khan AS. Accuracy of lung ultrasound and chest X-rays in diagnosing acute pulmonary oedema in patients presenting with acute dyspnoea in emergency department. *J Pak Med Assoc.* 2021;71(10):2423-2425. doi:10.47391/JPMA.03-453.
16. Wooten WM, Shaffer LET, Hamilton LA. Bedside Ultrasound Versus Chest Radiography for Detection of Pulmonary Edema: A Prospective Cohort Study. *J Ultrasound Med.* 2019;38(4):967-973. doi:10.1002/jum.14781.
17. Nakao S, Vaillancourt C, Taljaard M, Nemnom MJ, Woo MY, Stiell IG. Diagnostic Accuracy of Lung Point-Of-Care Ultrasonography for Acute Heart Failure Compared With Chest X-Ray Study Among Dyspneic Older Patients in the Emergency Department. *J Emerg Med.* 2021;61(2):161-168. doi:10.1016/j.jemermed.2021.02.019.
18. Keranović A, Kudrna Prašek K, Gornik I. Lung Ultrasound Offers Fast and Reliable Exclusion of Heart Failure in the Emergency Department: A Prospective

Diagnostic Study. *Diagnostics* (Basel). 2025;15(24):3100.

doi:10.3390/diagnostics15243100.

19. Miger KC, Olesen ASO, Grand J, Boesen MP, Thune JJ, Nielsen OW. Lung Ultrasound Versus Chest Radiography for Acute Heart Failure: Impact of Heart Failure History and Pleural Effusion. *Diagnostics* (Basel). 2025;15(23):3047. doi:10.3390/diagnostics15233047.
20. Russell FM, Harrison NE, Hobson O, Montelauro N, Vetter CJ, Brenner D, et al. Diagnostic accuracy of prehospital lung ultrasound for acute decompensated heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med*. 2024;80:91-98. doi:10.1016/j.ajem.2024.03.021.
21. Russell FM, Supples M, Tamhankar O, Liao M, Finnegan P. Prehospital lung ultrasound in acute heart failure: Impact on diagnosis and treatment. *Acad Emerg Med*. 2024;31(1):42-48. doi:10.1111/acem.14811.
22. Pivetta E, Goffi A, Nazerian P, Castagno D, Tozzetti C, Tizzani P, et al. Lung ultrasound integrated with clinical assessment for the diagnosis of acute decompensated heart failure in the emergency department: a randomized controlled trial. *Eur J Heart Fail*. 2019;21(6):754-766. doi:10.1002/ejhf.1379.
23. Pang PS, Russell FM, Ehrman R, Ferre R, Gargani L, Levy PD, et al. Lung Ultrasound-Guided Emergency Department Management of Acute Heart Failure (BLUSHED-AHF): A Randomized Controlled Pilot Trial. *JACC Heart Fail*. 2021;9(9):638-648. doi:10.1016/j.jchf.2021.05.008.
24. Agricola E, Bove T, Oppizzi M, Marino G, Zangrillo A, Margonato A, et al. Ultrasound comet-tail images: a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest*. 2005;127(5):1690-1695. doi:10.1378/chest.127.5.1690.

25. Platz E, Jhund PS, Girerd N, Pivetta E, McMurray JJV, Peacock WF, et al. Expert consensus document: Reporting checklist for quantification of pulmonary congestion by lung ultrasound in heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2019;21(7):844-851. doi:10.1002/ejhf.1499.
26. McGivern K, Atkinson P, Lewis D, Taylor L, Harris T, Gadd K, et al. Emergency department ultrasound for the detection of B-lines in the early diagnosis of acute decompensated heart failure: a systematic review and meta-analysis. *CJEM.* 2018;20(3):343-352. doi:10.1017/cem.2018.27.
27. Russell FM, Ehrman RR, Cosby K, Ansari A, Tseeng S, Christain E, et al. Diagnosing acute heart failure in patients with undifferentiated dyspnea: a lung and cardiac ultrasound (LuCUS) protocol. *Acad Emerg Med.* 2015;22(2):182-191. doi:10.1111/acem.12570.
28. Pivetta E, Goffi A, Lupia E, Tizzani M, Porrino G, Ferreri E, et al. Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED: A SIMEU Multicenter Study. *Chest.* 2015;148(1):202-210. doi:10.1378/chest.14-2608.
29. Martindale JL, Wakai A, Collins SP, Levy PD, Diercks D, Hiestand BC, et al. Diagnosing Acute Heart Failure in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Emerg Med.* 2016;23(3):223-242. doi:10.1111/acem.12878.
30. Martindale JL, Noble VE, Liteplo A. Diagnosing pulmonary edema: lung ultrasound versus chest radiography. *Eur J Emerg Med.* 2013;20(5):356-360. doi:10.1097/MEJ.0b013e32835c2b88.

31. Kim DJ, Sheppard G, Lewis D, Buchanan IM, Jelic T, Thavanathan R, et al. POCUS literature primer: key papers on cardiac and lung POCUS. CJEM. 2024;26(10):713-720. doi:10.1007/s43678-024-00755-8.
32. Johannessen Ø, Claggett B, Lewis EF, Groarke JD, Swamy V, Lindner M, et al. A-lines and B-lines in patients with acute heart failure. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care. 2021;10(8):909-917. doi:10.1093/ehjacc/zuab046.
33. Ferreira AH, Zoppi DC, Miranda CH, Muglia VF, Pazin-Filho A. Lung Ultrasound Score at Hospital Discharge as a Predictor of Emergency Department Visit and Hospital Readmission in Patients With Acute Heart Failure. Cureus. 2024;16(6):e63051. doi:10.7759/cureus.63051.
34. Bouzidi H, Hammami S, Zairi I, Kammoun S, Kraiem S, Jabeur M, et al. Role of pulmonary ultrasonography in diagnosis of acute heart failure. Curr Probl Cardiol. 2025;50(1):102910. doi:10.1016/j.cpcardiol.2024.102910.