

RECIBIDO:
2 noviembre 2024
APROBADO:
14 febrero 2025

Volumen de derrame pleural medido por ultrasonido y tomografía. ¿Existen diferencias?

Volume of Pleural Effusion Measured by Ultrasound and Tomography: Are there Differences?

Vladimir Aroja-Santos¹, Melitón Quispe Herrera¹, Luis Gabriel Gutiérrez Saravia¹, Lourdes Acarapi Quispe², Augusto Mamani-Poma³, Marwin Gutiérrez⁴

Vladimir Aroja-Santos
<https://orcid.org/0000-0002-4762-8909>
Melitón Quispe Herrera
<https://orcid.org/0009-0002-0892-1587>
Luis Gabriel Gutiérrez Saravia
<https://orcid.org/0009-0009-2741-4231>
Lourdes Acarapi Quispe
<https://orcid.org/0009-0005-5349-8468>
Augusto Mamani-Poma
<https://orcid.org/0009-0006-1518-1520>
Marwin Gutiérrez
<https://orcid.org/0000-0002-7995-1110>

1. Hospital Militar Central Nro. 1, La Paz, Bolivia.
2. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
3. Hospital del Norte, El Alto, Bolivia.
4. Centro de Excelencia en Enfermedades Reumáticas y Musculoesqueléticas (CERM), Ciudad de México, México

AUTOR CORRESPONSAL:

Vladimir Aroja Santos, vladi.aroja.reumato@hotmail.com

Resumen

Introducción: El derrame pleural (DP) es la acumulación de líquido en el espacio pleural. La tomografía axial computarizada (TAC) es considerada el estándar para su cuantificación; sin embargo, el ultrasonido pulmonar (USP) se presenta como una alternativa viable.

Objetivo: Comparar la medición del volumen de DP obtenido mediante USP y TAC en pacientes hemodinámicamente estables y sin ventilación mecánica.

Métodos: Se realizó un estudio descriptivo, transversal y observacional en 24 pacientes del Hospital Militar Central Nro. 1 de La Paz, Bolivia. El volumen de DP se evaluó usando la técnica de Balik para USP y la técnica de Hazlinger para TAC. La correlación y la concordancia entre ambos métodos se analizó mediante la prueba de correlación de Pearson y el diagrama de Bland-Altman.

Resultados: La edad promedio fue de 60,08 años, con predominio masculino (66,7%). La hipertensión arterial sistémica fue la comorbilidad más frecuente (50,0%), la neumonía bacteriana fue la etiología principal (50,0%). El volumen promedio de DP medido con USP fue de 861,8 mL y el volumen promedio medido con TAC fue 697 mL. La correlación de Pearson reveló una correlación significativa ($p < 0,001$), con una correlación positiva alta ($r = 0,796$), sin embargo, el análisis de Bland-Altman indicó una falta de concordancia perfecta.

Conclusión: La técnica de Balik por USP es confiable para estimar el volumen de DP en pacientes hemodinámicamente estables y sin ventilación mecánica, aunque se necesitan más estudios para mejorar la precisión de las mediciones.

Palabras clave: derrame pleural, ultrasonido pulmonar, tomografía axial computarizada.

Abstract

Introduction: Pleural effusion (DP) is the accumulation of fluid in the pleural space. Computed tomography (TAC) is considered the standard for its quantification; however, lung ultrasound (USP) is presented as a viable alternative.

Objective: To compare the measurement of DP volume obtained by USP and CT in hemodynamically stable patients without mechanical ventilation.

Methods: A descriptive, cross-sectional and observational study was performed in 24 patients at Hospital Militar Central No. 1 of La Paz, Bolivia. DP volume was evaluated with Balik technique for USP and the Hazlinger technique for TAC. Correlation and concordance between both methods was analyzed using Pearson's correlation test and Bland-Altman diagram.

Results: Mean age was 60.08 years, with a male predominance (66.7%). Systemic arterial hypertension was the most frequent comorbidity (50.0%), bacterial pneumonia was the main etiology (50.0%). The mean DP volume measured with USP was 861.8 mL and the mean volume measured with CT was 697 mL. Pearson's correlation revealed a significant correlation ($p < 0.001$), with a high positive correlation ($r = 0.796$), however, Bland-Altman analysis indicated a lack of perfect agreement.

Conclusion: The Balik technique by LUS is reliable for estimating DP volume in hemodynamically stable patients without mechanical ventilation.

Keywords: pleural effusion, lung ultrasound, computed tomography.

Introducción

El derrame pleural (DP) es una condición patológica caracterizada por la acumulación anormal de líquido en el espacio pleural. La cuantificación precisa del DP es crucial para un manejo diagnóstico y terapéutico adecuado, independiente de la etiología subyacente.¹ Diversas técnicas de imagen se utilizan para estimar el volumen del DP, entre las cuales la radiografía simple de tórax ha sido la herramienta de elección. Sin embargo, la tomografía axial computarizada de tórax (TAC) es considerada actualmente el estándar de oro debido a su alta precisión y detalle anatómico. Recientemente, el ultrasonido pulmonar (USP) ha ganado aceptación en la evaluación del DP, al demostrar una sensibilidad y especificidad comparables a la TAC.¹ Esta técnica no invasiva y de fácil acceso ha mostrado ser una alternativa viable, especialmente en entornos donde la TAC no está disponible.

El objetivo de este estudio es comparar la medición del USP y la TAC del volumen de DP en pacientes no críticos, hemodinámicamente estables y sin ventilación mecánica asistida. Este análisis busca validar la confiabilidad del USP en la evaluación del DP en pacientes fuera de la unidad de cuidados intensivos.

Material y Métodos

Tipo de estudio: Se realizó un estudio descriptivo, de corte transversal y observacional en pacientes internados en el Servicio de Medicina Interna del Hospital Militar Central N° 1 en La Paz, Bolivia.

Población y muestra: Se incluyeron 24 pacientes mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, mayores de 18 años con diagnóstico de DP unilateral o bilateral confirmado por TAC, hospitalizados y hemodinámicamente estables. Se excluyeron pacientes con tubo de pleurostomía, en ventilación mecánica asistida, empiema, quilotórax, neumotórax, antecedentes de cirugía torácica y/o malformaciones torácicas con un diámetro interpleural menor a 10 mm.

Procedimiento: Sobre el consentimiento informado, se les explicó claramente el propósito del estudio y los potenciales beneficios a los pacientes, solicitando la firma del consentimiento in-

formado. La recolección de datos se completó con una ficha diseñada para el estudio con variables demográficas, clínicas e imagenológicas.

Examen de Ultrasonido Pulmonar (USP): Se realizó utilizando un equipo ULTRASONIX Sonix-Touch, fijo, con una pantalla de 17 pulgadas, LCD, con tres puertos. Se utilizó una sonda convexa de 2 a 5 MHz, en el preset de abdomen para la evaluación de los artefactos y posibles hallazgos patológicos dentro del área del parénquima pulmonar y una sonda lineal de 5 a 15 MHz en el preset musculoesquelético para la evaluación de la línea pleural, ambos en modo M, ubicando el foco en el sitio de interés. La ganancia y la profundidad se ajustaron según fuera necesario. Los exámenes fueron realizados por un médico con Alta Especialidad en ultrasonido musculoesquelético y sistémico con 5 años de experiencia en USP. La técnica se realizó por cuadrantes y las definiciones ultrasonográficas siguieron las recomendaciones *point-of-care* en USP de Volpicelli et al² y Lichtentein et al.³ La medición del DP se realizó según el protocolo de Balik et al,⁴ con el paciente en decúbito supino y con la cabecera elevada de 15 grados. La sonda del ecógrafo se ubicó a nivel de la línea axilar posterior, en un corte transversal (perpendicular al eje del cuerpo) entre la sexta y décima costilla; se identificó un área anecogénica o hipoecogénica por encima del diafragma que corresponde al derrame pleural. Se analizó la ecogenicidad del líquido pleural, se buscaron consolidaciones subpleurales, líneas B asociadas y se evaluó la sonografía de la línea pleural, la imagen se congeló al final de la espiración y se midió en mm, multiplicando este valor por 20 para obtener el volumen estimado en mL.

Examen de Tomografía Axial Computarizada (TAC): Se realizó utilizando un tomógrafo marca Toshiba, modelo Aquilion 128 cortes, submilimétrico de 0,5 mm. El protocolo de estudio se realizó en apnea post inspiratoria, con un barrido caudo-craneal, con una rotación del tubo de 0,5 segundos. El estudio tomográfico se realizó el mismo día del USP, utilizando la técnica de medición de Hazlinger et al. Se identificó el corte más caudal con la mayor anchura antero-posterior de DP. Si la profundidad máxima de DP era interrumpida por alguna estructura (por ejemplo, el diafragma, pulmón, etc.) se omitía dicha estructura en la medición. La medida se realizó desde la pleural parietal a la pleural visceral de forma perpendicular al eje del cuerpo, se convirtió el valor en mL según la tabla de conversión provista por el autor (por ejemplo: 5 cm = 643 mL).⁵ Las mediciones fueron realizadas por un médico especialista en neumología.

Análisis estadístico: Se realizó con el software estadístico SPSS versión 27,0. Las variables categóricas (género, comorbilidades, manifestaciones clínicas, comorbilidades del DP, hallazgos ultrasonográficos y criterios de Light) se analizaron mediante frecuencias absolutas y relativas (porcentajes). Las variables numéricas (edad, peso, talla, índice de masa corporal, signos vitales, volumen del DP) se analizaron con medidas de tendencia central (media aritmética) y medidas de dispersión (desviación estándar). La correlación entre el volumen calculado en mL por USP y la TAC se evaluó con la prueba de correlación de Pearson, considerando estadísticamente significativo un $p < 0,05$ y el coeficiente r de Pearson cuyos valores oscilaron entre 0 y 1. Además, se analizó la concordancia con el método de Bland y Altman de las mediciones del volumen de DP. El análisis estadístico fue realizado por un médico neumólogo magíster en epidemiología.

Resultados

Se reclutaron 24 pacientes que cumplieron criterios de inclusión y exclusión, y firmaron el consentimiento informado. La media de la edad fue de 60,08 años ($DS \pm 21,30$), con predominio del género masculino (66,7%). La mayoría fueron clasificados como pre-obesidad con IMC de 27,09 Kg/m². La comorbilidad más frecuente fue la hipertensión arterial sistémica, presente en el 50,0% de los casos. (Tabla 1). Solo el 16,7% de los pacientes presentó disnea a grandes esfuerzos, mientras que el 58,3% mostró ausencia o disminución del murmullo vesicular a la auscultación pulmonar. La neumonía bacteriana fue la etiología más frecuente del DP, observada en el 50,0%. (Tabla 2).

Tabla 1.

Variables demográficas y comorbilidades

Variables demográficas	n = 24	
	Media	Desviación estándar
Edad (años)	60,08	21,30
Peso (Kg)	73,25	16,72
Talla (mts)	1,64	0,11
Índice de masa corporal-IMC (Kg/m²)	27,09	5,43
	Frecuencia	Porcentaje
Género		
Masculino	16	66,7
Femenino	8	33,3
Comorbilidades		
Hipertensión arterial sistémica	12	50,0
Enfermedad renal crónica	6	25,0
Falla cardíaca	4	16,7
Diabetes Mellitus tipo 2	4	16,7
Antecedentes de tuberculosis	4	16,7
Neoplasia sólida	2	8,3
Colecistitis crónica litiásica	2	8,3

Tabla 2.

Manifestaciones clínicas

Manifestaciones clínicas durante la recolección de datos	n = 24	
	Promedio	Desviación estándar
Signos vitales:		
Presión arterial sistólica	120	18,18
Presión arterial diastólica	75,42	10,52
Frecuencia cardíaca	94,25	13,09
Frecuencia respiratoria	22,42	3,99
Saturación de O ₂ sin aporte	84,58	5,06
	Frecuencia	Porcentaje
Manifestaciones clínicas:		
Disnea a pequeños esfuerzos	6	25
Disnea a moderados esfuerzos	6	25
Disnea a grandes esfuerzos	4	16,7
Tos seca	6	25
Tos mucopurulenta	6	25
Disminución o ausencia del murmullo vesicular	14	58,3
Causas del derrame pleural:		
Falla cardíaca descompensada	6	25
Neumonía bacteriana	4	16,7
Pancreatitis aguda	4	16,7
Neumonía viral	2	8,3
Tromboembolismo pulmonar	2	8,3
Enfermedad renal descompensada	2	8,3
Tuberculosis pulmonar activa	4	16,7

El tipo de DP más frecuente fue unilateral en (75,0%), y la mayoría de los derrames fueron de tipo exudativo, según los Criterios de Light⁶ (58,3%). Entre los hallazgos ultrasonográficos, se observó una línea pleural irregular y/o engrosada en el 75,0% de los casos, con un contenido frecuente anecogénico en el 58,3% y un patrón consolidativo en el 50,0% (Tabla 3).

Tabla 3.

Hallazgos ultrasonográficos y criterios de Light

Hallazgos ultrasonográficos	n = 24	
	Frecuencia	Porcentaje
Derrame pleural:		
- Unilateral	18	75
- Bilateral	6	25
Criterios de Light:		
- Exudado	14	58,3
- Trasudado	10	41,7
Línea pleural:		
- Irregular y/o engrosada	18	75
- Regular	6	25
Ecogenicidad del derrame pleural:		
- Anecogénico	14	58,3
- Hipoecogénico	8	33,3
- Septado	2	8,3
Patrón ultrasonográfico asociado:		
- Síndrome consolidativo	12	50
- Síndrome alvéolo-intersticial	4	16,7
- Ninguno	8	33,3
Pulmones con derrame pleural considerados para su medición	n = 24	
	Media	Desviación estándar
Técnica de medición de Balik (mL)	861,8	419,02
Técnica de medición de Hazlinger (mL)	697	391,1

Se realizó la medición del volumen de DP en 24 pulmones, excluyéndose 3 pacientes debido a que la localización del DP no se encontraba a nivel de la línea axilar posterior, sino a nivel sub-escapular tras cambiar la posición del paciente a decúbito lateral o la bipedestación, lo cual difiere de la técnica de medición de Balik. De los 24 pulmones evaluados, se obtuvo una media de 861,8 mL con la técnica de medición de Balik y de 697,0 mL con la técnica de medición de Hazlinger. (Tabla 3).

La prueba estadística de correlación de Pearson del volumen de DP medido por USP y TAC fue estadísticamente significativa ($p = <0,001$) con una distribución normal (Kolmogorov-Smirnov $p = 0,012$ y $p = <0,001$, respectivamente) y un coeficiente r de Pearson de 0,796, lo que indicó una correlación positiva alta. (Figura 1). Sin embargo, el análisis de concordancia de Bland y Altman mostró que no existe concordancia perfecta entre las dos mediciones del volumen de DP por USP y TAC, ya que no se observó una diferencia consistente entre la media de las dos mediciones y la diferencia de ambos métodos de medición. (Figura 2).

Figura 1.
Correlación de Pearson

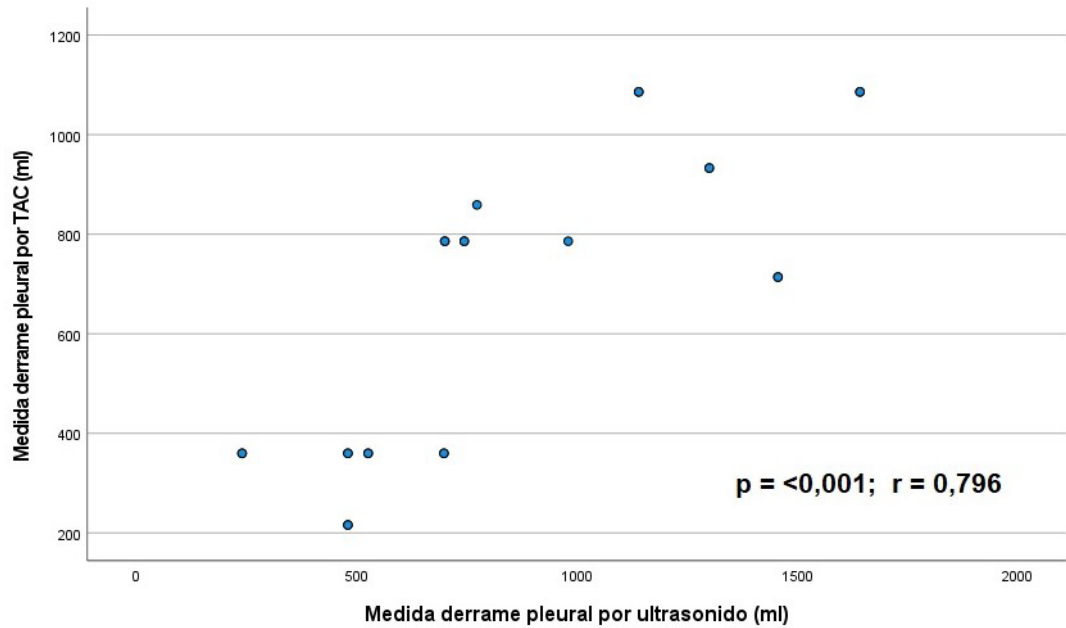
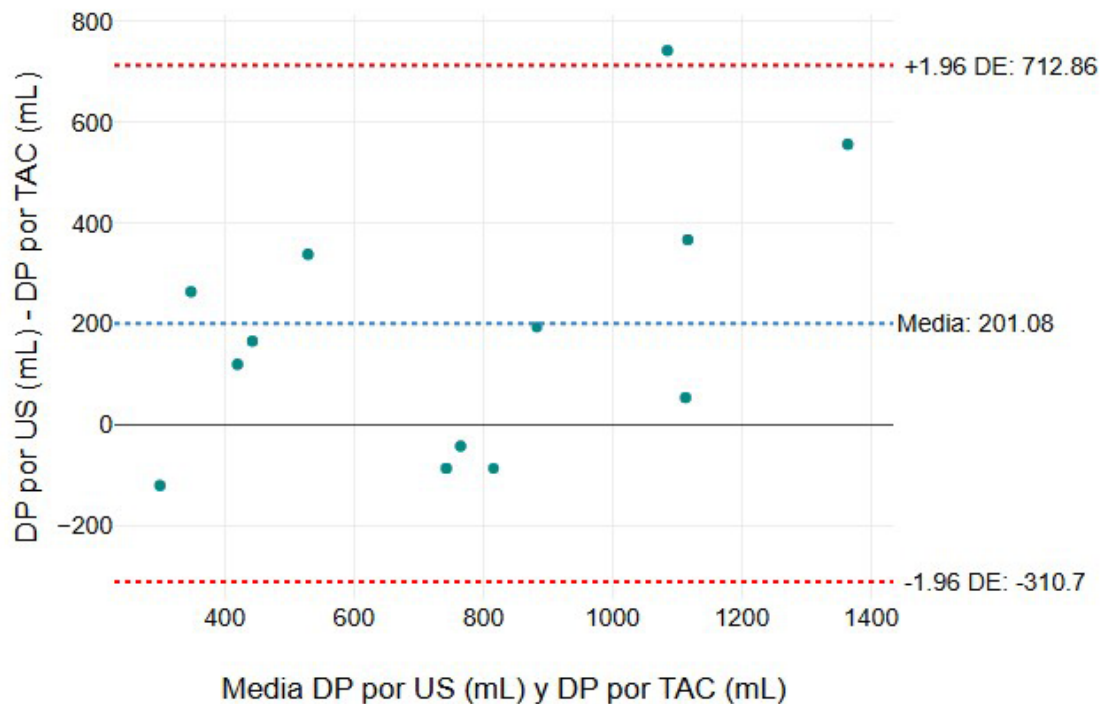


Figura 2.
Diagrama de Bland-Altman



Discusión

Los resultados de nuestra investigación indican que la mayoría de los pacientes reclutados fueron de la tercera edad, del género masculino, con pre-obesidad y con hipertensión arterial sistémica como sus principales variables clínico-demográficas. Resultados similares fueron publicados en cohortes latinoamericanas, por ejemplo, el estudio realizado por Villarreal-Vidal et al., que analizó las características clínicas, demográficas y etiológicas de 178 pacientes con DP, en-

contró una frecuencia del 34% de hipertensión arterial sistémica como principal comorbilidad. En dicho estudio, la disnea fue el síntoma más frecuente con un 91,0%,⁷ similar a nuestro estudio (pequeños esfuerzos 25,0%, moderados esfuerzos 25,0% y grandes esfuerzos 16,7%).

Nuestros hallazgos clínicos, imagenológicos y laboratoriales indican que la comorbilidad asociada más frecuente fue la infecciosa, tal como está descrito por Berthold Jany y Tobias Weltere en una revisión sobre DP en adultos.¹ De igual forma, nuestros hallazgos ultrasonográficos coinciden con los descritos por Brogi et al., quienes indicaron que un DP exudativo tiene la pleural engrosada y puede ser anecogénica, hipocogénica o septada.⁸

Un hallazgo importante es la presencia del DP solamente a nivel subescapular en 3 pacientes que fueron excluidos del análisis estadístico y no a nivel de la línea axilar posterior que es el sitio sugerido por Balik. Este autor indica que el ángulo costofrénico posterior se encuentra más caudal que el ángulo costofrénico lateral, lo que permite observar mínimas cantidades de DP desde 50 ml.^{2,9,10} Teorizamos que al ser el ángulo costofrénico posterior una reflexión pleural muy extensa que abarca gran parte de la cara posterior del tórax,¹¹ no es recomendable realizar solo una toma en un sitio determinado, sino realizar un barrido ultrasonográfico por toda la cara posterior para observar el sitio con mayor cantidad de líquido pleural. Sin embargo, este cambio en la técnica implica un cambio de la posición original, por lo que es necesario realizar estudios que comparen el cálculo del volumen de DP tomando en cuenta la posición original indicada por Balik (decúbito supino con inclinación de 15°) versus otras posiciones que ofrezcan un mayor campo de exploración y comodidad.

La prueba estadística de correlación de Pearson fue estadísticamente significativa de $p = <0,001$ y un coeficiente r de Pearson de 0,796 muestra una correlación positiva alta entre el volumen calculado de líquido pleural por USP y TAC. Este hallazgo es consistente con el estudio publicado por Balik et al., que reportó un $r = 0,72$ con una $p = <0,001$.² Estos resultados sugieren que el ultrasonido es una herramienta fiable y precisa para la cuantificación del volumen de DP, comparable a la TAC.

El análisis de concordancia de Bland y Altman mostró que no existe concordancia perfecta entre las mediciones del volumen de DP por USP y TAC, lo que podría deberse a diferencias en la técnica de medición y la variabilidad interobservador.¹² Sin embargo, la correlación observada respalda el uso del USP como una alternativa viable comparada con la TAC para la evaluación del volumen de DP en entornos clínicos.

Limitaciones del estudio

- El número de pacientes incluidos en el presente estudio es pequeño, principalmente debido a la dificultad para reclutar pacientes que cumplan los criterios de inclusión y acepten formar parte del estudio. Esto puede limitar la generalización de los resultados. Además, la falta de concordancia perfecta entre las mediciones del volumen de DP por USP y TAC, según el análisis de Bland-Altman.
- No se realizó el coeficiente Kappa de Cohen para observar la concordancia entre observadores. La variabilidad interobservador podría influir en la precisión y fiabilidad de la medición de los dos métodos.
- Se tomaron en cuenta las etiológicas de DP desde procesos exudativos hasta trasudativos de DP. La presencia de consolidaciones, septos y/o atelectasias pueden influenciar en el cálculo del volumen de DP o dificultar su medición, lo que podría afectar la consistencia de los resultados.

Implicaciones clínicas

Reafirma el valor de USP como una herramienta útil complementaria al examen físico realizado por el clínico. El USP puede ser considerado como el “quinto tiempo” del examen físico,¹³ proporcionando información crucial para el diagnóstico y manejo de DP.

Es el primer estudio, hasta donde conocemos, que compara el cálculo del volumen de DP utilizando dos técnicas de imagen (USP y TAC) en pacientes no críticos, internados en las salas comunes de clínica médica. Esto amplía el uso de USP más allá de las unidades de cuidados intensivos.

El estudio indica una línea de investigación para futuros estudios con un mayor número de pacientes y criterios de selección más estrictos. Esto podría incluir la comparación de diferentes posiciones del paciente durante la medición del volumen de DP, así como la evaluación de la influencia de la ventilación mecánica asistida en pacientes críticos.

Conclusiones

La técnica de medición de Balik demuestra ser una herramienta confiable para el cálculo del volumen de DP en pacientes hemodinámicamente estables. Este método, al ser comparado con la TAC, muestra una alta correlación, lo que sugiere su utilidad y precisión en la práctica clínica diaria para la evaluación de DP en entornos donde la TAC no está disponible o es costosa.

Financiamiento: los autores declaran que el trabajo no tuvo financiamiento.

Conflictos de interés: los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con el tema de esta publicación.

Contribuciones de los autores: VAS: conceptualización; investigación; supervisión; redacción-revisión y edición. MQH: redacción-borrador original. LGGS: redacción-borrador original; investigación. LAQ: redacción-borrador original. AMP: análisis formal; metodología; software, redacción-revisión y edición. MG: redacción-revisión y edición. Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final del artículo y acordaron ser responsables de todos los aspectos del trabajo.

El Editor en Jefe, Dr. Francisco Arancibia, realizó el seguimiento del proceso de revisión y aprobó este artículo.

Referencias

1. Jany B, Welte T. Pleural Effusion in Adults-Etiology, Diagnosis, and Treatment. *Dtsch Arztebl Int* 2019;116(21):377-386. Doi:10.3238/arztebl.2019.0377.
2. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M 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.
3. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 2004;100(1):9-15. Doi:10.1097/0000542-200401000-00006.
4. Balik M, Plasli P, Waldauf P et al. Ultrasound estimation of volume of pleural fluid in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 2006;32(2):318. Doi:10.1007/s00134-005-0024-2.
5. Hazlinger M, Ctvrtlik F, Langova K, Herman M. Quantification of pleural effusion on CT by simple measurement. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2014;158(1):107-111. Doi:10.5507/bp.2012.042.
6. Light RW, Macgregor MI, Luchsinger PC, Ball WC Jr. Pleural effusions: the diagnostic separation of transudates and exudates. *Ann Intern Med* 1972;77(4):507-513. Doi:10.7326/0003-4819-77-4-507.
7. Villarreal-Vidal AD, Vargas-Mendoza G, Cortes-Telles A. Caracterización integral del derrame pleural en un hospital de referencia del sureste de México. *Neumol Cir Torax* 2019;78(3):277-283.
8. Brogi E, Gargani L, Bignami E et al. Thoracic ultrasound for pleural effusion in the intensive care unit: a narrative review from diagnosis to treatment. *Crit Care* 2017;21(1):325. Doi:10.1186/s13054-017-1897-5.
9. Blackmore CC, Black WC, Dallas RV, Crow HC. Pleural fluid volume estimation: a chest radiograph prediction rule. *Acad Radiol* 1996;3(2):103-109. Doi:10.1016/s1076-6332(05)80373-3.
10. Kocijancic I, Vidmar K, Ivanovi-Herceg Z. Chest sonography versus lateral decubitus radiography in the diagnosis of small pleural effusions. *J Clin Ultrasound* 2003;31(2):69-74. Doi:10.1002/jcu.10141.
11. Charalampidis C, Youroukou A, Lazaridis G et al. Physiology of the pleural space. *J Thorac Dis* 2015;7(Suppl 1):S33-S37. Doi:10.3978/j.issn.2072-1439.2014.12.48.
12. Tang D, Yi H, Zhang W. Ultrasound quantification of pleural effusion volume in supine position: comparison of three model formulae. *BMC Pulm Med* 2024;24:316.
13. Narula J, Chandrashekar Y, Braunwald E. Time to Add a Fifth Pillar to Bedside Physical Examination: Inspection, Palpation, Percussion, Auscultation, and Insonation. *JAMA Cardiol* 2018;3(4):346-350. Doi:10.1001/jamacardio.2018.0001.