

Correlación entre ultrasonografía y radiografía portátil de tórax en pacientes con COVID-19

Correlation between ultrasonography and thorax portable radiography in patients with COVID-19

Francisco José Avelar-Garnica^{1a}, Fernando Bernardo Reyes-Olhagaray^{1b}, Carlos Paredes-Manjarrez^{1c}, Jorge Arellano-Sotelo^{1d}, Viridiana Monserrat Luis-Jarquín^{1e}, José Adán Miguel-Puga^{2f}, Kathrine Jáuregui-Renaud^{2g}

Resumen

Introducción: durante la pandemia por COVID-19, la radiografía portátil de tórax y la ultrasonografía se han usado ampliamente para el seguimiento de pacientes hospitalizados. Sin embargo, es escasa la información sobre la relación entre los signos que se observan mediante cada método en pacientes con COVID-19.

Objetivo: estimar la correlación entre imágenes concurrentes obtenidas por ultrasonografía de pulmón y por radiografía portátil de tórax durante el seguimiento de pacientes hospitalizados por COVID-19.

Material y métodos: se realizaron 113 estudios de ultrasonografía y los correspondientes 113 de radiografía portátil de tórax durante el seguimiento de 44 pacientes (30 hombres/14 mujeres, edad 30-85 años) con COVID-19 (RT-qPCR). Las imágenes se resguardaron en un sistema de comunicación para su evaluación independiente por dos especialistas en cada método. El análisis se hizo con correlación gamma y prueba *t* (significancia de 0.05).

Resultados: el signo por ultrasonido más frecuente fue el de líneas B-confluentes en correlación con los signos radiológicos de imagen en vidrio deslustrado y consolidación. Se observó correlación inversa entre líneas A (pulmón aireado) y líneas B7 (sugerentes de edema intersticial); las líneas B-confluentes mostraron correlación inversa y fuerte con líneas A (a mayor frecuencia de líneas B-confluentes, menor frecuencia de líneas A), correlación inversa moderada con líneas B7 y correlación inversa débil con líneas B3.

Conclusión: en el seguimiento de pacientes hospitalizados por COVID-19, los signos por ultrasonografía pulmonar y por radiografía portátil de tórax pueden ser complementarios para identificar las características del daño pulmonar.

Abstract

Background: During the COVID-19 pandemic, portable chest radiography (portable CRx) and lung ultrasonography (LUS) have been widely used to follow up hospitalized patients. Yet, it is scarce the information about the relation between the signs observed by means of each method in patients with COVID-19.

Objective: To assess the correlation between concurrent images acquired by LUS and portable CRx during the follow-up of hospitalized patients with COVID-19.

Material and methods: We performed 113 LUS and 113 corresponding CRx during the follow-up of 44 patients (30 men/14 women, 30-85 years old) with COVID-19 (RT-qPCR). Images were stored in a picture communication system and were revised by two specialists of each imaging method independently. Statistical analysis was performed using Gamma correlation and *t* test (significance level of 0.05).

Results: The most frequent LUS sign was confluent B lines, and it was related to the most frequent portable CRx signs (ground-glass opacities and consolidations). An inverse relationship was observed between A lines (gas in the lungs) and B7 lines (suggestive of interstitial edema). Confluent B lines also showed a strong inverse correlation with A lines (more frequent confluent B lines were related to low frequent A lines), a moderate inverse correlation with B7 lines, and a mild inverse correlation with B3 lines.

Conclusion: During the follow-up of hospitalized patients with COVID-19, LUS and portable CRx may complement each other to provide information about lung damage.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez", Departamento de Imagenología. Ciudad de México, México

²Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad de Investigación Médica en Otoneurología. Ciudad de México, México

ORCID: [0000-0002-4595-7581^a](#), [0000-0001-7521-9099^b](#), [0000-0002-3319-7634^c](#), [0000-0003-4639-4351^d](#), [0000-0002-1467-5565^e](#), [0000-0002-1226-7533^f](#), [0000-0002-2165-1422^g](#)

Palabras clave
COVID-19
Neumonía
Radiografía
Ultrasonografía

Keywords
COVID-19
Pneumonia
Radiography
Ultrasonography

Fecha de recibido: 22/06/2021

Fecha de aceptado: 05/11/2021

Comunicación con:

Francisco José Avelar Garnica
 francisco.avelar@imss.gob.mx
 55 5627 6900, extensiones 21307 y 21308

Cómo citar este artículo: Avelar-Garnica FJ, Reyes-Olhagaray FB, Paredes-Manjarrez C, Arellano-Sotelo J, Luis-Jarquín VM, Miguel-Puga JA *et al.* Correlación entre ultrasonografía y radiografía portátil de tórax en pacientes con COVID-19. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2022;60(1):44-51.

Introducción

Los métodos de imagen para evaluar la afectación pulmonar por COVID-19 deben ser sensibles y accesibles, con la mayor bioseguridad y el menor traslado posible de los pacientes.^{1,2,3} Aunque la tomografía computada ha mostrado ser el mejor método para el diagnóstico temprano y seguimiento de la neumonía,^{4,5,6} las principales limitaciones para su uso en áreas de hospitalización son el traslado del paciente, el riesgo de contaminación y la disponibilidad.³

Desde que comenzó la pandemia por COVID-19, la radiografía portátil de tórax ha sido particularmente útil para seguir la progresión de la enfermedad en pacientes hospitalizados.^{7,8} Entre los signos más frecuentes destacan la imagen en vidrio deslustrado y la consolidación, con predominio de la distribución en la periferia, particularmente en los lóbulos inferiores.^{9,10,11,12}

Ante la afectación de predominio periférica, la ultrasonografía también ha sido útil para evaluar el daño pulmonar y su evolución, con equipo móvil y de limpieza fácil, y sin exposición del paciente a radiación.^{13,14,15} Para la evaluación estandarizada de los pacientes con COVID-19, Soldati *et al.* propusieron el examen en siete áreas de cada pulmón (tres posteriores, dos laterales y dos anteriores).¹⁶ En cada área se identifica si existen artefactos paralelos a la línea pleural debidos al reflejo normal de las ondas por el gas contenido en los pulmones (líneas A), así como cambios en la relación gas/líquido que se traducen en artefactos perpendiculares a la línea pleural, que cuando tienen una separación entre sí > 7 mm se asocian a edema intersticial (líneas B7), cuando

tienen una separación entre sí < 3 mm se asocian a edema alveolar (líneas B3) y que cuando confluyen son un indicador de menor ventilación (menos gas) y mayor edema (más líquido) (líneas B-confluentes), hasta que la imagen se asemeja a un órgano sólido, como el hígado (hepatización).¹⁷

Durante la pandemia por COVID-19, la radiografía portátil de tórax y la ultrasonografía se han utilizado ampliamente para el seguimiento de pacientes hospitalizados. Sin embargo, la información sobre la relación entre los signos que se observan mediante cada uno de los dos métodos en pacientes con COVID-19 es escasa. El presente estudio se diseñó para estimar la relación entre los signos por ultrasonografía de pulmón y los signos por radiografía portátil de tórax durante el seguimiento de pacientes hospitalizados por COVID-19, mediante la adquisición de las imágenes en paralelo por cada método, considerando el motivo de egreso por mejoría o defunción.

Material y métodos

Con la autorización del Comité Local de Investigación y del Comité de Ética en Investigación en Salud (R2020-3601-052), con apego a las medidas de bioseguridad pertinentes, se obtuvieron paralelamente 113 imágenes por ultrasonografía pulmonar y 113 imágenes correspondientes por radiografía portátil de tórax durante el seguimiento de 44 pacientes (30 hombres y 14 mujeres, de 30 a 85 años de edad) con infección por SARS-CoV-2, confirmada por reacción en cadena de polimerasa con transcriptasa reversa (RT-qPCR). Las características generales de los pacientes se describen en el cuadro I, de acuerdo con la evolución

Cuadro I Antecedentes clínicos de los 44 pacientes con COVID-19 (25 egresados por mejoría y 19 por defunción) de quienes se obtuvieron las imágenes motivo del estudio

Característica	Todos	Mejoría	Defunción	p
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	
Edad (años)	58.3 ± 15.1	52.4 ± 13.6	66.0 ± 13.8	0.002
Índice de masa corporal	29.2 ± 6.6	28.8 ± 5.4	29.7 ± 8.0	-
Días de estancia hospitalaria	11.9 ± 6.9	11.2 ± 5.7	12.9 ± 8.3	-
Saturación de oxígeno al ingreso	84.4 ± 11.3	87.6 ± 9.4	80.3 ± 12.5	0.03
	%	%	%	
Consumo de tabaco	29.5	36	21	-
Consumo de alcohol	36.4	52	15	-
Obesidad (IMC ≥ 30)	31.8	28	36	-
Sobrepeso (IMC 25 < 30)	36.4	40	31	-
Diabetes mellitus	50.0	40	63	-
Hipertensión arterial sistémica	63.6	60	68	-
EPOC	9	5	12	-
Enfermedad renal crónica	22.7	20	26	-

La comparación entre grupos se efectuó con prueba t

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica

clínica a mejoría o defunción; ningún paciente tenía antecedente de infección por virus de la inmunodeficiencia humana o cáncer pulmonar. Durante la estancia hospitalaria, se obtuvieron de todos los pacientes por lo menos dos imágenes repetidas, pero debido al egreso hospitalario por mejoría o por deceso, solo en 25 pacientes se obtuvo una tercera imagen.

Ultrasonografía

Un especialista experimentado, con ayuda de un solo médico residente, obtuvo las imágenes en modo B, con transductor convexo (1-8 MHz; Esaote MyLab-Eight). En cada pulmón, se exploraron siete áreas: tres posteriores (superior, media e inferior), dos laterales (superior e inferior) y dos anteriores (superior e inferior). La interpretación se realizó según las definiciones propuestas por Hasan et al.¹⁷

Radiografía portátil de tórax

Un técnico especializado obtuvo las imágenes en el paciente en decúbito supino o Fowler completo, en proyección anteroposterior, a una distancia de 1 m (exposición de 7 mAs y 90 k). Para su revisión, cada pulmón se dividió en cuadrantes superior e inferior/medio y lateral, definidos por la carina (horizontalmente) y el tercio medio de la clavícula y el borde periférico de cada pulmón (verticalmente). La interpretación se hizo de acuerdo con las definiciones del glosario de términos de la Sociedad Fleischner.¹⁸

Interpretación de las imágenes

Las imágenes se resguardaron en un sistema de comunicación (*Enterprise-Imaging-Platform, Agfa-Health Care, Mortsel*) para su evaluación independiente por dos especialistas en cada método, cegados a la condición clínica del paciente; los desacuerdos se resolvieron mediante la evaluación de un tercer especialista. En cada área (ultrasonografía) o cuadrante (radiografía) de cada pulmón, se identificaron los signos que se describen en el cuadro II y se calificó cada uno por separado como presente (1) o ausente (0). Para el análisis se identificó la frecuencia de cada hallazgo en cada pulmón y de los dos pulmones.

Análisis de los resultados

La frecuencia de signos de imagen durante el seguimiento se analizó después de ajustar el tiempo de evolución de los síntomas de COVID-19 (< o ≥ 10 días) al momento de realizarse el primer par (radiografía y ultrasonido) y después secuencialmente, con los siguientes tiempos de evaluación: 5.9 ± 1.5 días (n = 17), 10.3 ± 2.7 días (n = 36), 14.3 ± 2.5 días (n = 32), 17.3 ± 2.5 días (n = 19) de evolución. Para evitar sesgos por grupos muy pequeños, esta descripción no incluyó tres estudios que se efectuaron durante las primeras 72 horas de evolución, ni cuatro estudios que se efectuaron después de tres semanas de evolución. La correlación entre los signos ecográficos y los signos radiográficos se estimó al considerar el total de estudios de cada pulmón, mediante el coeficiente de correlación gamma. Los

Cuadro II Correlación Gamma, con valor de Z y p, de las líneas B (según su separación) y los principales signos en ultrasonografía de pulmón

Signo		Gamma	Z	p
Líneas B7	Líneas A	-0.21	-3.494	< 0.001
	Líneas B3	-0.22	-2.666	0.007
	Líneas B confluentes	-0.37	-6.449	< 0.001
	Hepaticización	-0.15	-1.977	0.048
Líneas B3	Líneas A	-0.16	-1.931	0.053
	Líneas B7	-0.22	-2.666	0.007
	Líneas B confluentes	-0.15	-2.023	0.043
	Hepaticización	-0.35	-3.227	0.001
Líneas B confluentes	Líneas A	-0.55	-9.996	< 0.001
	Líneas B7	-0.37	-6.449	< 0.001
	Líneas B3	-0.15	-2.023	0.043
	Hepaticización	-0.01	-0.179	0.857

coeficientes mayores de 0.50 representaron una correlación fuerte, aquellos entre 0.30 y 0.50 una correlación moderada y entre 0.10 y 0.30 una correlación débil.¹⁹ Las diferencias entre las características de los pacientes que egresaron por mejoría o por defunción se analizaron mediante prueba *t* para medias o para proporciones, de acuerdo con el tipo de variable. Todas las pruebas se aplicaron con un nivel de significancia estadística de 0.05.

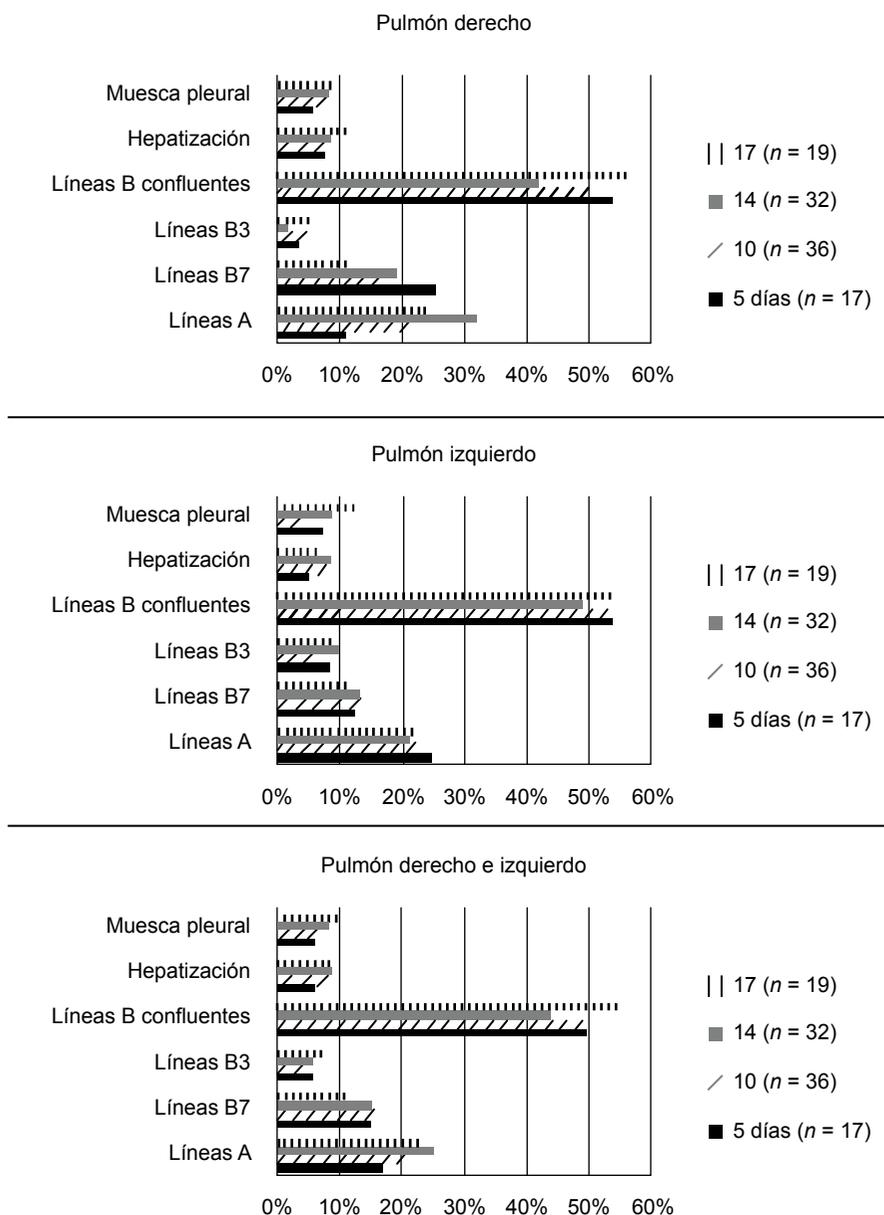
Resultados

Durante el seguimiento, el signo por ultrasonido más frecuente fue el de líneas B-confluentes (~50%) y el menos

frecuente fue la hepatización (5-10%) (figura 1). Por excepción se observó atelectasia y derrame pleural, cada signo en un paciente (2%). Las variaciones en la evidencia de los diferentes tipos de líneas B tuvieron relación con las variaciones en la evidencia de otros signos ecográficos, como se describe en el cuadro II. Cabe destacar que las líneas B-confluentes mostraron correlación inversa y fuerte con la evidencia de líneas A (a mayor frecuencia de líneas B-confluentes, menor frecuencia de líneas A), correlación inversa moderada con la evidencia de líneas B7 y correlación inversa débil con la evidencia de líneas B3 (cuadro II).

El signo por radiografía simple de tórax más frecuente fue el de la imagen en vidrio deslustrado (~50%), seguido

Figura 1 Frecuencia de los principales signos en la ultrasonografía de pulmón de 44 pacientes hospitalizados por COVID-19



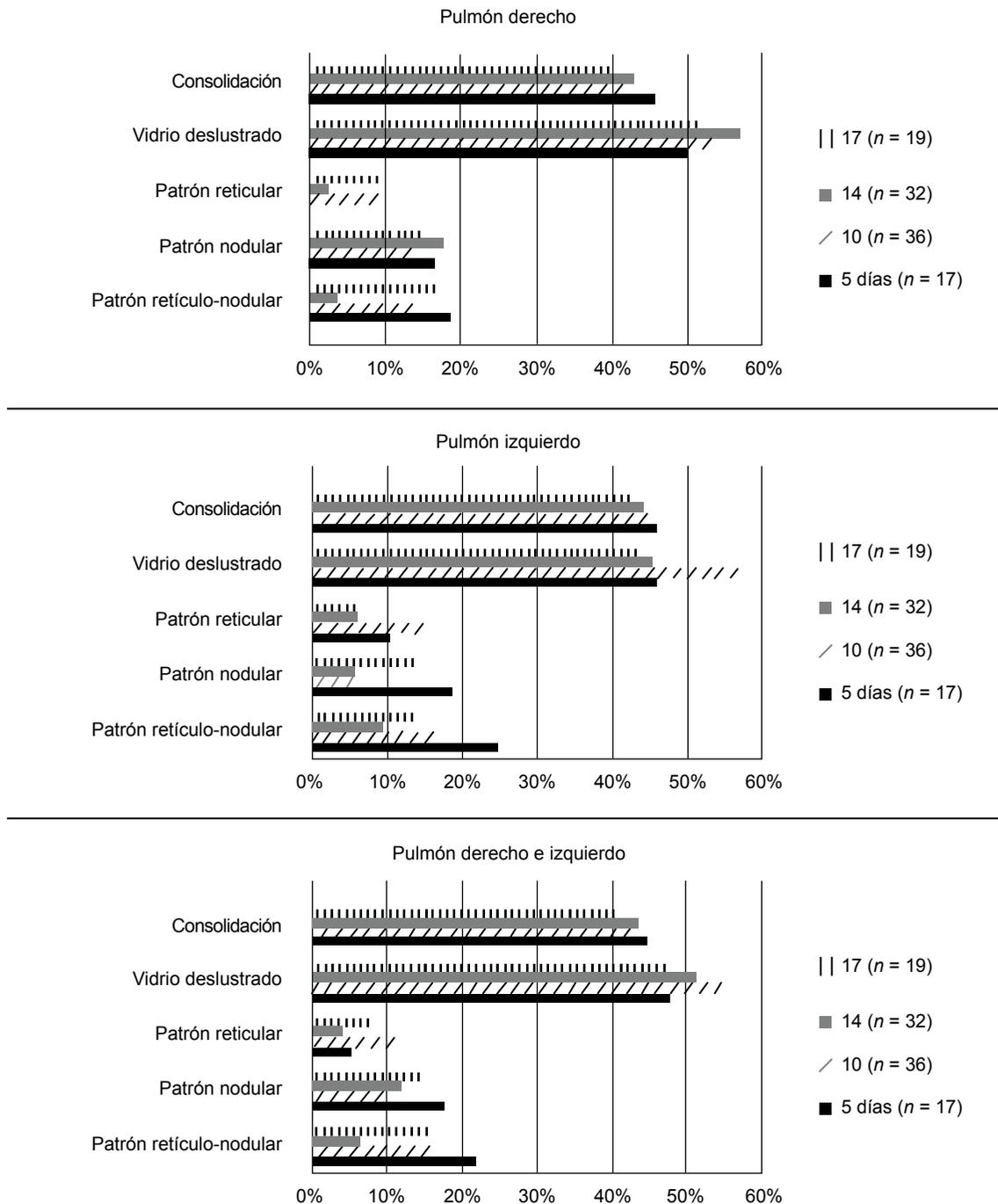
por la consolidación (~40%) y el menos frecuente fue el patrón reticular (~10%) (figura 2). En casos aislados se identificaron atelectasias (13%), así como derrame pleural, engrosamiento pleural y neumotórax (secundario a procedimiento médico), cada uno en un paciente (2%).

En el cuadro III se muestra la correlación entre los principales signos que se identificaron en cada par de estudios (ultrasonografía y radiografía), para el total de los estudios.

La evidencia de líneas B de cualquiera de los tres tipos mostró correlación débil con la imagen en vidrio deslustrado. En tanto que las líneas B-confluentes mostraron correlación directa débil con la evidencia de consolidación.

La correlación más consistente y fuerte se observó entre la evidencia de líneas B3 de manera directa con el patrón reticular e inversa con el patrón nodular; cuando se observaron líneas B3 en la ultrasonografía de pulmón, en la

Figura 2 Frecuencia de los principales signos en radiografía portátil de tórax de 44 pacientes hospitalizados por COVID-19



radiografía portátil de tórax se observó presencia de patrón reticular y ausencia de patrón nodular. No se observó ninguna correlación significativa para la hepatización, pero se debe destacar que este signo ecográfico fue poco frecuente.

Evolución clínica

El motivo de egreso fue por mejoría en 25 (57%) pacientes, con un tiempo de estancia hospitalaria de 11.6 ± 5.2 días, y por deceso en 19 (43%) pacientes, con un tiempo de estancia hospitalaria de 12.3 ± 7.2 días. Entre las características generales de los pacientes que egresaron por mejoría o por defunción se observó diferencia en la edad (52.4 ± 13.6 años comparado con 66.0 ± 13.8 años), en la saturación de oxígeno al ingreso (87.6 ± 94 comparado con 80.3 ± 12.5) y en la necesidad de asistencia ventilatoria mecánica durante la hospitalización (84% frente a 0%).

Al ingreso hospitalario, los signos por ultrasonografía más frecuentes fueron las líneas B-confluentes, que se observaron en cerca de la mitad de los pacientes, sin diferencia entre quienes egresaron por mejoría o por defunción ($p > 0.05$); en quienes egresaron por mejoría, las líneas B-confluentes se observaron en el 48% (intervalo de confianza del 95% [IC 95%] 41-55%) y en quienes egresaron por defunción en el 57% (IC 95% 48-65%). Los otros sig-

nos se observaron con frecuencia variable. Cabe destacar la presencia de líneas A en el 26% de quienes egresaron por mejoría (IC 95% 18-34%) y de líneas B7 en el 17% de quienes egresaron por defunción (IC 95% 11-22%).

También los signos por radiografía portátil más frecuentes se observaron con frecuencia similar en los dos grupos ($p > 0.05$): la consolidación en el 52% (IC 95% 37-66%) de quienes egresaron por mejoría y el 41% (IC 95% 25-57%) de quienes egresaron por defunción, así como la imagen en vidrio deslustrado en 44% (IC 95% 28-59%) y 49% (IC 95% 29-68%), respectivamente; cabe señalar que el patrón retículo-nodular se observó en el 10% de quienes egresaron por mejoría (IC 95% 1-22%) y en 22% de quienes egresaron por defunción (IC 95% 4-39%).

Discusión

La adquisición de imágenes en paralelo, por ultrasonografía de pulmón y por radiografía portátil de tórax, durante el seguimiento de adultos hospitalizados por COVID-19 mostró que el signo por ultrasonografía más frecuente fue el de las líneas B-confluentes, que estuvo relacionado con los signos radiológicos de imagen en vidrio deslustrado y de consolidación (cuadros II y III). Además, el estudio mostró menor frecuencia de líneas A y menor saturación de oxí-

Cuadro III Correlación Gamma, valores de Z y p de los principales signos de imagen en ultrasonografía y de radiografía portátil de tórax

Signo	Pulmón	Derecho		Izquierdo		Los dos	
		Gamma	p	Gamma	p	Gamma	p
Líneas B7	Patrón retículo-nodular	0.23	0.06	0.24	0.07	0.23	0.01
	Patrón nodular	0.29	< 0.01	0.02	0.89	0.18	0.02
	Patrón reticular	-0.33	0.11	0.07	0.69	-0.13	0.35
	Vidrio deslustrado	0.19	0.02	0.08	0.35	0.15	0.01
	Consolidación	-0.03	0.72	0.17	0.05	0.07	0.25
Líneas B3	Patrón retículo-nodular	-0.27	0.19	-0.13	0.44	-0.18	0.16
	Patrón nodular	-0.54	< 0.01	-0.46	< 0.01	-0.50	< 0.01
	Patrón reticular	0.62	< 0.01	0.25	0.20	0.43	< 0.01
	Vidrio deslustrado	0.03	0.79	0.30	< 0.01	0.18	0.03
	Consolidación	-0.11	0.39	-0.09	0.42	-0.10	0.23
Líneas B-confluentes	Patrón retículo-nodular	0.01	0.94	0.13	0.28	0.07	0.41
	Patrón nodular	-0.03	0.77	0.08	0.44	0.01	0.88
	Patrón reticular	0.13	0.51	-0.31	0.07	-0.12	0.36
	Vidrio deslustrado	-0.18	0.03	-0.05	0.51	-0.12	0.03
	Consolidación	0.08	0.33	0.19	0.02	0.13	0.02
Muesca pleural	Patrón retículo-nodular	-0.28	0.08	-0.22	0.17	-0.25	0.02
	Patrón nodular	0.11	0.36	-0.09	0.49	0.02	0.78
	Patrón reticular	0.15	0.51	-0.27	0.24	-0.07	0.66
	Vidrio deslustrado	0.06	0.53	0.18	0.07	0.13	0.06
	Consolidación	0.07	0.48	0.18	0.07	0.13	0.07

geno en los pacientes que egresaron por defunción que en quienes egresaron por mejoría.

Los principales hallazgos en la radiografía portátil de tórax en este estudio fueron congruentes con el predominio de la afectación del parénquima pulmonar, lo cual se ha observado en otros estudios.²⁰ Un metaanálisis de 61,742 pacientes mostró que la neumonía por COVID-19 suele ser bilateral 81% (IC 95% 62.5-87, $p < 0.001$) y la imagen radiográfica principal es la opacidad en vidrio deslustrado 73.5% (IC 95% 40-90, $p < 0.001$).²⁰ Además, en la quinta parte de los pacientes con desenlace fatal del presente estudio también se observó un patrón retículo-nodular, lo que fue consistente con la evidencia de líneas B7 en la ultrasonografía.

Durante el seguimiento de aproximadamente dos semanas, con excepción de las variaciones en la evidencia de líneas A y de líneas B7 (cuadro II), se observó poca variación de los demás signos por imagen. Entre otros factores, este hallazgo podría estar relacionado con la evolución prolongada de la enfermedad. En un informe reciente de pacientes atendidos por hipoxemia severa, no se observaron diferencias significativas en la ultrasonografía pulmonar entre el ingreso y el egreso de la unidad de cuidados intensivos.²¹

No obstante, la frecuencia alta de consolidación por radiografía portátil, en este estudio el signo ecográfico de hepatización fue poco frecuente y la evidencia radiográfica de consolidación se relacionó principalmente con la evidencia ecográfica de líneas B-confluentes. Sin embargo, la frecuencia baja del signo ecográfico de hepatización podría estar relacionada con la variabilidad de la afectación pulmonar de los pacientes que se incluyeron en el estudio. Mediante autopsia mínimamente invasiva en pacientes con desenlace fatal, en un estudio reciente se observó que la evidencia ecográfica de consolidación (hepatización) puede estar asociada a la evidencia histológica de daño alveolar fibroproliferativo difuso.²²

Entre los resultados de la ultrasonografía, cabe destacar que la correlación inversa que se observó entre los diferentes signos señala la pertinencia de su diferenciación al momento de interpretar las imágenes, como lo describieron

en 2014 Hasan *et al.*¹⁷ Se observó una correlación inversa entre cada uno de los tres tipos diferentes de líneas B (B3, B7 y B confluentes), de manera que al haber mayor evidencia de un tipo disminuyó la evidencia de los otros dos tipos (cuadro III). También se observó que la evidencia de líneas B confluentes, que traducen daño pulmonar severo,^{23,24} estaba asociada a disminución o ausencia de líneas A, que son señal de una aireación pulmonar normal.^{16,17}

Una de las limitaciones de este estudio fue la variabilidad en la evolución de los pacientes al momento de comenzar el seguimiento; sin embargo, esta variación es consecuencia tanto de la oportunidad con que cada paciente solicitó la atención médica, como del espectro de manifestaciones de la enfermedad, a la que contribuyen la edad, las comorbilidades y la respuesta inmune individual.²⁵ Este factor también influyó en la frecuencia con que se observaron los signos de daño pulmonar. Otra limitación consistió en que, ante las consideraciones de bioseguridad, los mismos operadores hicieron todos los estudios de ultrasonografía sin la oportunidad de cotejar la variabilidad entre operadores, pero asegurando la consistencia en la técnica para la adquisición de las imágenes. Los resultados son aplicables a la obtención de imágenes en pacientes con características similares a las de los pacientes de quienes se obtuvo la muestra de imágenes para este estudio, pero los hallazgos sobre comorbilidades y otras características clínicas diferentes a las pulmonares se presentan como descriptores de los pacientes y su análisis adecuado requeriría de estudios diseñados con ese propósito.

En conclusión, durante la evaluación y el seguimiento por imagen de pacientes hospitalizados por COVID-19, los signos por radiografía portátil de tórax y por ultrasonografía pulmonar pueden ser complementarios para identificar las características del daño pulmonar.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

Referencias

1. Wan YL, Schoepf JU, Wu CC, Giovagnoli DP, Wu MT, Hsu H, et al. Preparedness and Best Practice in Radiology Department for COVID-19 and Other Future Pandemics of Severe Acute Respiratory Infection. *J Thorac Imaging*. 2020; 35(4):239-45. doi: 10.1097/RTI.0000000000000529
2. Simpson S, Kay FU, Abbara S, Bhalla S, Chung HJ, Chung M, et al. Radiological Society of North America Expert Consensus Statement on Reporting Chest CT Findings Related to COVID-19. Endorsed by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA - Secondary Publication. *J Thorac Imaging*. 2020;35(4):219-27. doi: 10.1097/RTI.0000000000000524
3. Rubbin GD, Haramati LD, Kanne JP. The role of Chest imaging in Patients Management During the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement from the Fleischner Society. *Radiology*. Chest. 2020;158(1):106-16.

- doi: 10.1016/j.chest.2020.04.003
4. Zheng Y, Zhang Y, Wang Y, Huang Z, Song B. Chest CT manifestations of new coronavirus disease 2019 (COVID-19): a pictorial review. *Eur Radiol.* 2020;30:4381-9. doi: 10.1007/s00330-020-06801-0
 5. Inui S, Fujikawa A, Jitsu M, Kunishima N, Watanabe S, Suzuki Y, et al. Chest CT Findings in Cases from the Cruise Ship "Diamond Princess" with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Radiol Cardiothorac Imaging.* 2020;172(2):e200110. doi: 10.1148/ryct.2020200110
 6. Salehi S, Abedi A, Balakrishnan S, Gholamreza-Nezhad A. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systematic review of imaging findings in 919 patients. *Am J Roentgenol.* 2020; 215(1):87-93. doi: 10.2214/AJR.20.23034
 7. Rodriguez-Morales AJ, Cardona-Ospina JA, Gutiérrez-Ocampo E, Villamizar-Peña R, Holguin-Rivera Y, Escalera-Antezanai JP, et al. Clinical, laboratory and imaging features of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Travel Med Infect Dis.* 2020;34:101623. doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101623
 8. Xiao N, Cooper JG, Godbe JM, Bechel MA, Scott MB, Nguyen E, et al. Chest radiograph at admission predicts early intubation among inpatient COVID-19 patients. *Eur Radiol.* 2021;31(5):2825-32. doi: 10.1007/s00330-020-07354-y
 9. Hossein M, Kooraki S, Gholamrezanezhad A, Reddy S, Myers L. Radiology Perspective of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Lessons From Severe Acute Respiratory Syndrome and Middle East Respiratory Syndrome. *Am J Roentgen.* 2020;214(5):1078-82. doi: 10.2214/AJR.20.22969
 10. Litmanovich DE, Chung M, Kirkbride RR, Kicska G, Kanne JP. Review of Chest Radiograph Findings of COVID-19 Pneumonia and Suggested Reporting Language. *J Thorac Imaging.* 2020 1;35(6):354-60. doi: 10.1097/RTI.0000000000000541
 11. Schiaffino S, Tritella S, Cozzi A, Carriero S, Blandi L, Ferraris L, et al. Diagnostic Performance of Chest X-Ray for COVID-19 Pneumonia During the SARS-CoV-2 Pandemic in Lombardy, Italy. *J Thorac Imaging.* 2020 ;35(4):W105-6. doi: 10.1097/RTI.0000000000000533
 12. Wong HYF, Lam HYS, Fong AH, Leung ST, Chin TW, Lo CSY, et al. Frequency and distribution of chest radiographic findings in COVID-19 positive patients. *Radiology.* 2020;296(2):E72-8. doi: 10.1148/radiol.2020201160
 13. Allinovi M, Parise A, Giacalone M, Amerio A, Delsante M, Odone A, et al. Lung Ultrasound May Support Diagnosis and Monitoring of COVID-19 Pneumonia. *Ultrasound Med Biol.* 2020;46(11):2908-17. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.07.018
 14. Alharthy A, Faqih F, Abuhamdah M, Noor A, Naseem N, Balhamar A, et al. Prospective Longitudinal Evaluation of Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically Ill Patients With Severe COVID-19 Pneumonia. *J Ultrasound Med.* 2021;40(3):443-6. doi: 10.1002/jum.15417
 15. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, Buonsenso D, Perrone T, Briganti D F, et al. Is There a Role for Lung Ultrasound During the COVID-19 Pandemic? *J Ultrasound Med.* 2020;39(7):1459-62. doi: 10.1002/jum.15284
 16. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, Buonsenso D, Perrone T, Briganti DF, et al. Proposal for International Standardization of the Use of Lung Ultrasound for Patients With COVID-19. A Simple, Quantitative, Reproducible Method. *J Ultrasound Med.* 2020;39(7):1413-9. doi: 10.1002/jum.15285
 17. Hasan AA, Maklouf HA. B-lines: Transthoracic chest ultrasound signs useful in assessment of interstitial lung disease. *Ann Thoracic Med.* 2014;9(2):99-103. doi: 10.4103/1817-1737.128856
 18. Hansell DM, Bankier AA, MacMahon H, McLoud TC, Müller NL, Remy J. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging. *Radiology.* 2008; 246(3):697-722. doi: 10.1148/radiol.2462070712
 19. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* New York, NY: Routledge Academic; 1988.
 20. Pormohammad A, Ghorbani S, Baradaran B, Khatami A, Turner RJ, Mansournia MA, et al. Clinical characteristics, laboratory findings, radiographic signs and outcomes of 61,742 patients with confirmed COVID-19 infection: A systematic review and meta-analysis. *Microb Pathog.* 2020; 147:104390. doi: 10.1016/j.micpath.2020.104390
 21. Persona P, Valeri I, Zarantonello F, Forin E, Sella N, Andreatta G, et al. Patients in intensive care unit for COVID-19 pneumonia: the lung ultrasound patterns at admission and discharge. An observational pilot study. *Ultrasound J.* 2021; 13(1):10. doi: 10.1186/s13089-021-00213-x
 22. De Almeida Monteiro, RA, Duarte-Neto, AN, Ferraz da Silva, LF, de Oliveira EP, Toledo do Nascimento EC, Mauadet T, et al. Ultrasound assessment of pulmonary fibroproliferative changes in severe COVID-19: a quantitative correlation study with histopathological findings. *Intensive Care Med.* 2021;47(2):199-207. doi: 10.1007/s00134-020-06328-4
 23. Vetrugno L, Bove T, Orso D, Barbariol F, Bassi F, Boero E, et al. Our Italian experience using lung ultrasound for identification, grading and serial follow-up of severity of lung involvement for management of patients with COVID-19. *Echocardiography.* 2020;37(4):625-7. doi: 10.1111/echo.14664
 24. Sahu AK, Mathew R, Bhoi S, Sinha TP, Nayer J, Aggarwal P. Lung sonographic findings in COVID-19 patients. *Am J Emerg Med.* 2020;S0735-6757(20)30774-9. doi: 10.1016/j.ajem.2020.08.080.
 25. Cao W, Li T. COVID-19: towards understanding of pathogenesis. *Cell Res.* 2020;30(5):367-9. doi: 10.1038/s41422-020-0327-4