

RECIBIDO:  
26 enero 2022  
APROBADO:  
21 febrero 2022

# Ultrasonido pulmonar, riesgo de intubación y mortalidad en pacientes con neumonía por COVID-19

*Pulmonary Ultrasound, Risk of Intubation and Mortality in Patients with COVID-19 Pneumonia*

Maynor Palma<sup>1</sup>, Edgar Contreras<sup>1</sup>, Johanna Samayoa<sup>2</sup>

Maynor Palma  
0000-0002-0743-3197  
Edgar Contreras  
0000-0002-3361-7977  
Johanna Samayoa  
0000-0001-9484-7787

1. Unidad de Neumología, Hospital Roosevelt, Guatemala, Guatemala.
2. Unidad de Infectología, Hospital Roosevelt, Guatemala, Guatemala.

AUTOR CORRESPONSAL:

Maynor Palma, Enfermedadesrespiratorios@outlook.com

## Resumen

**Introducción:** COVID-19 produce neumonía grave que puede ser letal. Para abordaje diagnóstico y pronóstico se recomiendan estudios de imágenes como el Ultrasonido Pulmonar (UP). Este es sensible, específico y puede predecir resultados en neumonía por COVID-19 utilizando el Puntaje de Severidad del Ultrasonido Pulmonar (PSUP) que mide la pérdida de aireación pulmonar. **Objetivos:** evaluar la asociación y correlación del PSUP con riesgo de intubación, mortalidad intrahospitalaria, características clínicas y de laboratorio en pacientes con neumonía por COVID-19. **Material y métodos:** estudio transversal de marzo a septiembre 2020 en 144 pacientes del área COVID-19 del Hospital Roosevelt. Se recopiló datos clínicos y de laboratorio desde ingreso hasta alta hospitalaria o muerte. El UP fue realizado siguiendo protocolo internacional de 12 zonas. **Resultados:** se incluyeron 105 hombres y 39 mujeres. La media de edad fue 53±12 (DE) años y 6±4 (DE) días de inicio de síntomas al ingreso. Las comorbida-



des más frecuentes fueron hipertensión arterial sistémica y diabetes mellitus tipo 2. El estado de gravedad fue severo en 42%. El síndrome de distrés respiratorio agudo fue moderado en 32%. Del total de evaluados fallecieron 51 (35,4%). Un PSUP $\geq$ 16 puntos se asoció a mayor riesgo de intubación (RR:1,53; IC95%:1,35-1,74) y mortalidad (RR:1,64; IC95%:1,43-1,88). La correlación de PSUP fue negativa con SpO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> y recuento de linfocitos (r:-0,32; p<0,005); positiva con leucocitos, neutrófilos y radio neutrófilos linfocitos (r:0,23; p=0,005). **Conclusión:** existe asociación del puntaje de severidad de ultrasonido pulmonar con el riesgo de intubación y mortalidad en pacientes con neumonía por COVID-19.

**Palabras claves:** neumonía, ultrasonografía, intubación, mortalidad, COVID-19.

quent comorbidities were systemic arterial hypertension and type 2 diabetes mellitus. The severity status was severe in 42%. Acute Respiratory Distress syndrome was moderate in 32%. Of the total evaluated, 51 (35.4%) died. A PSUP $\geq$ 16 points were associated with a higher risk of intubation (RR: 1.53; 95% CI:1.35-1.74) and mortality (RR: 1.64; 95% CI:1.43-1.88). PSUP correlation was negative with SpO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> and lymphocyte count (r:-0.32; p<0.005); positive with leukocytes, neutrophils and radioneutrophil lymphocytes (r:0.23; p=0.005). **Conclusion:** there is an association of the lung ultrasound severity score with the risk of intubation and mortality in patients with COVID-19 pneumonia.

**Keywords:** pneumonia, ultrasonography, intubation, mortality, COVID-19.

## Abstract

**Introduction:** COVID-19 causes severe pneumonia that can be fatal. Imaging studies such as Pulmonary Ultrasound (PU) are recommended for a diagnostic and prognostic approach. This is sensitive, specific, and can predict outcomes in COVID-19 pneumonia using the Pulmonary Ultrasound Severity Score (PSUP), which measures loss of lung aeration. **Objectives:** to evaluate the association and correlation of PSUP with risk of intubation, in-hospital mortality, clinical and laboratory characteristics in patients with COVID-19 pneumonia. **Material and methods:** cross-sectional study from March to September 2020 in 144 patients from the COVID-19 area of the Roosevelt Hospital. Clinical and laboratory data were collected from admission to hospital discharge or death. The PU was performed following the international protocol of 12 zones. **Results:** 105 men and 39 women were included. The mean age was 53 $\pm$ 12 (SD) years and 6 $\pm$ 4 (SD) days from symptom onset at admission. The most fre-

## Introducción

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) fue descrita a finales del año 2019 en China y ha causado más de 5,8 millones de muertes a nivel mundial.<sup>1</sup> En el 20% de los casos produce neumonía grave que requiere hospitalización o cuidados intensivos y puede ser letal.<sup>2</sup>

Para el abordaje diagnóstico y pronóstico se recomiendan estudios de imágenes como radiografía y tomografía de tórax,<sup>3,4</sup> sin embargo, la radiografía es poco sensible<sup>5</sup> y la tomografía poco específica.<sup>6</sup> El Ultrasonido Pulmonar (UP) es una herramienta con múltiples ventajas, comparado con otros estudios radiológicos,<sup>7</sup> el grado de sensibilidad y especificidad en neumonía por COVID-19 es bueno.<sup>6</sup> El Puntaje de Severidad de Ultrasonido Pulmonar (PSUP) es un puntaje semicuantitativo que mide la pérdida de aireación pulmonar causada por diferentes condiciones patológicas.<sup>8,9</sup> Algunos estudios demuestran que el ultrasonido pulmonar puede predecir resultados en COVID-19.<sup>10</sup> El PSUP se ha correlacionado fuertemente con la afectación pulmonar y proporciona una estratificación del riesgo.<sup>11,12</sup>

En Guatemala, no existen estudios que evalúen el uso del UP como herramienta para pronosticar complicaciones y desenlace intrahospitalario de los pacientes con neumonía por COVID-19. Derivado de lo

anterior, los objetivos del estudio fueron evaluar la asociación entre el PSUP con el riesgo de intubación orotraqueal (IOT) y mortalidad intrahospitalaria; describir la correlación del PSUP con las características clínicas y de laboratorio de los pacientes con neumonía por COVID-19.

## Material y métodos

Estudio transversal, de marzo a septiembre de 2020, en 144 pacientes con neumonía por SARS-CoV-2 confirmada mediante PCR-Tiempo Real en hisopado nasofaríngeo, ingresados al área COVID-19 del Hospital Roosevelt en Ciudad de Guatemala. La gravedad de su enfermedad se categorizó en leve, moderada, severa o crítica según recomendaciones de la OMS.<sup>13</sup> Se incluyeron pacientes que aceptaron que se les realizase UP y firmaron consentimiento informado. Se recopilaban datos clínicos y de laboratorio del expediente médico desde su ingreso hasta su alta hospitalaria o muerte. Se excluyeron aquellos pacientes sin acceso a expediente médico, sin laboratorios o UP, bajo ventilación invasiva o no invasiva, antecedente de EPID previa o alteración estructural pulmonar conocida.

**Protocolo de ultrasonido pulmonar:** los pacientes fueron evaluados dentro de las primeras 48 horas al ingreso por dos neumólogos con 3-5 años de experiencia y certificación en UP. Se utilizó el equipo Mindray Z6 (Shenzhen, China), con sonda convexa de 5 MHz y parámetros preestablecidos para abdomen, profundidad de 15 cm, se ajustó el enfoque al área de interés. La sonda se colocó verticalmente y perpendicular a las costillas, cada punto se examinó durante al menos un ciclo respiratorio completo siguiendo el protocolo internacional<sup>11</sup> propuesto de 12 zonas (las partes superior e inferior de las caras anterior, lateral y posterior de la pared torácica izquierda y derecha) durante 5 minutos, estando el paciente en posición semi sentado a 30°. Se dio puntuación a cada zona evaluada de acuerdo con cuatro patrones de aireación. Para una zona de interés determinada, se asignaron puntos de acuerdo con peor patrón observado. El PSUP final fue la suma de puntos en las 12 zonas (rango de 0 a 36).<sup>11,12,14</sup> Se utilizaron términos de nomenclatura propuestos por Lichtenstein:<sup>15</sup> 0 puntos: presencia de deslizamiento pulmonar con líneas A o una o dos líneas B aisladas; 1 punto: pérdida moderada de aireación pulmonar con tres o cuatro líneas B (cohetes septales); 2 puntos: pérdida severa de aireación pulmonar con cinco o más líneas B (cohetes de vidrio); y 3 puntos: presencia de tejido hipoeoico poco

definido que se caracteriza por una pérdida completa de aireación pulmonar (consolidación).

**Análisis estadístico:** descriptivo y analítico, los datos son presentados con porcentajes, frecuencias, medias, desviación estándar y rangos intercuartiles según la distribución de las variables. La asociación entre las variables fue evaluada utilizando la prueba  $\chi^2$  o t student cuando fueran apropiadas. Se comparó la tasa de riesgo relativo (RR) con intervalo de confianza al 95% de IOT y mortalidad de pacientes con PSUP  $\geq 16$  o  $< 16$  puntos y la r de Pearson se utilizó para correlación de PSUP con variables clínicas y laboratorio en el programa SPSS v.21. Fueron consideradas diferencias significativas valores de  $p < 0.05$ . Recibió el aval del Comité de Bioética en Investigación.

## Resultados

Se incluyeron 105 hombres y 39 mujeres. La media de edad fue  $53 \pm 12$  (DE) años, IMC  $28 \pm 5$  (DE)  $\text{kg/m}^2$  y el tiempo de inicio de síntomas al ingreso fue de  $6 \pm 4$  (DE) días. Las comorbilidades más frecuentes fueron hipertensión arterial sistémica (31%) y diabetes mellitus tipo 2 (28%). El estado de gravedad más frecuente fue severo (42%) seguido de moderado (29%). El síndrome de distrés respiratorio agudo fue moderado en el 32% y severo en 26%. Se documentó falla renal aguda en 39 casos. Un total de 46 pacientes requirieron ventilación mecánica invasiva. Del total de evaluados fallecieron 51 (35,4%) y 93 pacientes fueron egresados vivos. Los parámetros clínicos y de laboratorios al ingreso se muestran en la tabla 1.

La media del PSUP fue  $23 \pm 6$  (DE) puntos. La IOT fue requerida en 46 (35%) pacientes con PSUP  $\geq 16$  puntos, mientras que ninguno fue intubado con PSUP  $< 16$  puntos. Cincuenta y un (39%) pacientes fallecieron con PSUP  $\geq 16$  puntos y ninguno con PSUP  $< 16$  puntos (figuras 1 y 2). La correlación del PSUP fue negativa con  $\text{SpO}_2$  ( $r: -0,21$ ;  $p= 0,011$ ),  $\text{SaO}_2/\text{FiO}_2$  ( $r: -0,29$ ;  $p < 0,005$ ),  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  ( $r: -0,23$ ;  $p=0,011$ ) y el recuento de linfocitos ( $r: -0,32$ ;  $p < 0,005$ ). En cambio, la correlación de la PSUP fue positiva con leucocitos ( $r: 0,19$ ;  $p=0,025$ ), neutrófilos ( $r: 0,39$ ;  $p < 0,005$ ), y la razón neutrófilos linfocitos ( $r: 0,23$ ;  $p= 0,005$ ) (ver tabla 2 y figuras 3-9).

## Discusión

Nuestro estudio muestra que los pacientes con neumonía por COVID-19 y con un PSUP mayor o igual a

**Tabla 1.**

Características demográficas, laboratorios y ultrasonido pulmonar (n=144)

Sexo, n (%)	
Hombre	105 (73)
Mujer	39 (27)
Edad, media ± DE	53±12
IMC, media ± DE	28±5
Días de síntomas antes de ingreso, media ± DE	6±4
<b>Comorbilidades, n(%)</b>	
Hipertensión arterial sistémica	45 (31)
Diabetes mellitus tipo 2	40 (28)
Más de 2 comorbilidades	23 (16)
<b>Gravedad al ingreso, n(%)</b>	
Leve	3 (2)
Moderado	41 (29)
Severo	61 (42)
Crítico	39 (27)
Falla renal aguda	39 (27)
<b>SDRA</b>	
Leve	34 (24)
Moderado	46 (32)
Severo	38 (26)
IOT	46 (32)
Fallecidos	51 (35)
<b>Parámetros clínicos</b>	
SPO <sub>2</sub> %, mediana; RIC	78; 55-87
SaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> %, mediana; RIC	357; 224-410
TAM, mmHg, mediana; RIC	87; 83-94
FC, lpm, media ± DE	106±17
FR, rpm; mediana; RIC	25; 23-30
Temperatura, °C, mediana; RIC	37; 36,9-37,2
<b>Laboratorios al ingreso</b>	
Leucocitos, K/uL; media ± DE	13,1±6
Neutrófilos, mm <sup>3</sup> , media ± DE	11,1±6
Linfocitos, mm <sup>3</sup> , media ± DE	1,1±0,6
Radio N/L, mm <sup>3</sup> , mediana; RIC	9;6-18
Hemoglobina, mg/dL; mediana; RIC	14,7;13,7-15,6
Plaquetas, K/uL; media ± DE	286±101
Creatinina, mg/dL; mediana; RIC	0,87;0,66-1,08
Lactato deshidrogenasa, U/L; media ± DE	537±259
Fibrinógeno, mg/dL; media ± DE	776±258
Dímero D, ng/mL; mediana; RIC	5,810;740-3,725
Ferritina, mg/dL; mediana; RIC	887;499-1,978
Procalcitonina, mg/dL; mediana; RIC	0,41;0,19-1,19
Velocidad sedimentación, mm/s; media ± DE	49±27
PCR, mg/dL; media ± DE	18±15
PaO <sub>2</sub> , mmHg; media ± DE	72±31
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> , mmHg, media ± DE	166±106
PSUP, media ± DE	23±6

RIC: Rango Intercuartil, IMC: Índice de Masa Corporal en Kg/m<sup>2</sup>; DE: Desviación Estándar; SPO<sub>2</sub>: Saturación Periférica de Oxígeno; SaFIO<sub>2</sub>: Radio Saturación Periférica de Oxígeno y Fracción Inspirada de Oxígeno; TAM: Tensión Arterial Media. mmHg: milímetros de Mercurio; FC: Frecuencia Cardíaca; lpm: latidos por minuto; Fr: Frecuencia Respiratoria; rpm: respiraciones por minuto; K/uL: Células por micro litro mm<sup>3</sup>: milímetro cúbico; NL: Neutrófilos/Linfocitos; mg/dL: miligramos por decilitro; U/L: unidades por litro; ng/ mL: nanogramos por mililitro; mm/s: milímetros por segundo; SDRA: Síndrome Distrés Respiratorio Agudo (según la definición de Berlín), UP: Ultrasonido Pulmonar; IOT: Intubación Orotraqueal. PSUP: Puntaje Severidad de Ultrasonido Pulmonar

Figura 1. Intubación orotraqueal (IOT) en pacientes según Puntaje de Severidad de Ultrasonido Pulmonar (PSUP)

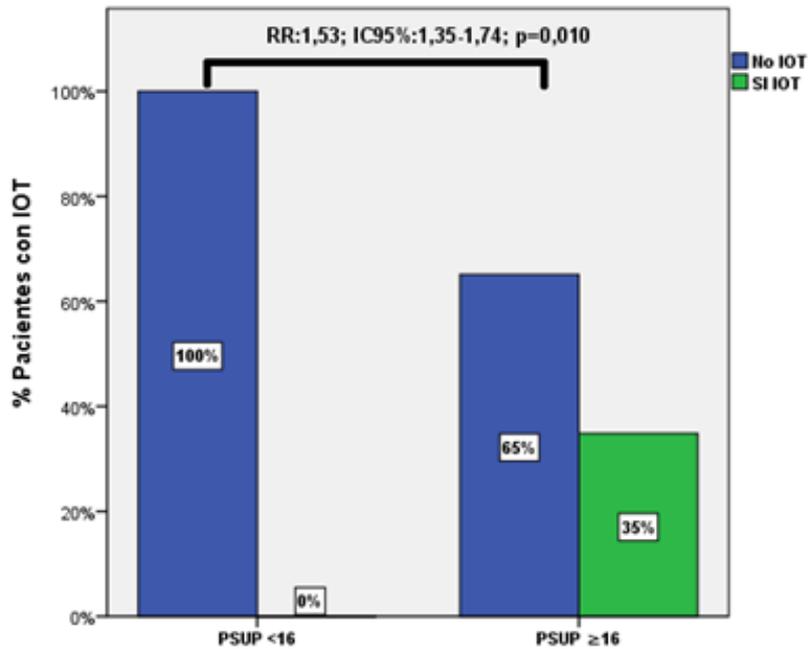
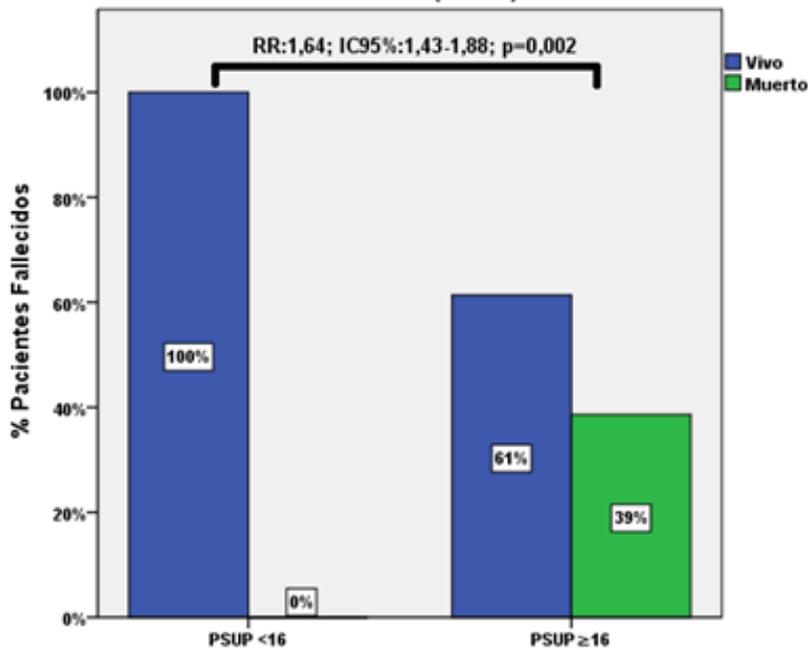


Figura 2. Mortalidad en pacientes según Puntaje de Ultrasonido Pulmonar (PSUP)



16 puntos tienen más riesgo de intubación (RR:1,53; IC95%:1,35-1,74;  $p=0,010$ ) y mortalidad intrahospitalaria (RR:1,64; IC95%:1,43-1,88;  $p=0,002$ ) en comparación con los que a su ingreso tienen un puntaje menor (figuras 1 y 2). Estos hallazgos son similares a lo encontrado por De Alencar et al. que, en un estudio brasileño, observó que el PSUP puede predecir muerte (RR 13%), intubación (RR 17%) e ingreso a UCI (RR 14%), y comprobó la utilidad del UP como herramienta de estratificación para los pacientes con neumonía

por COVID-19.<sup>10</sup> Otro hallazgo importante en nuestro estudio es la correlación significativa del PSUP con los parámetros clínicos ( $SpO_2$ ,  $SaO_2/FiO_2$ ) y de laboratorio ( $PaO_2/FiO_2$ , recuento de linfocitos, leucocitos, neutrófilos y radio neutrófilos linfocitos). Cabe mencionar que esta misma correlación se puede encontrar en otros parámetros de laboratorio como dímero D, proteína C reactiva y deshidrogenasa láctica sérica.<sup>16</sup>

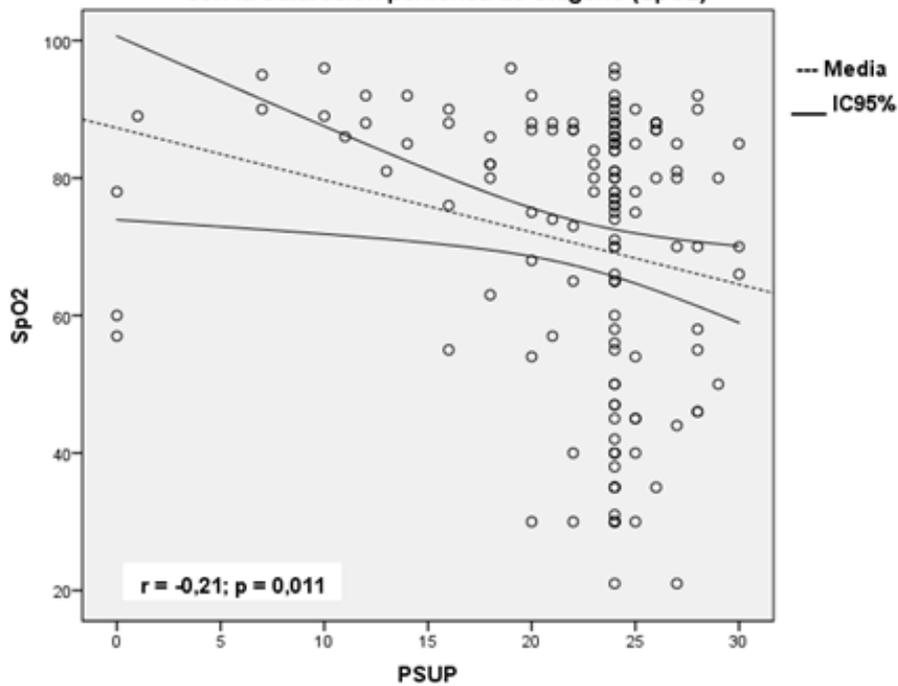
Algunos datos llamativos de nuestra población fueron la media de PSUP de  $23 \pm 6$  (DE) puntos, ma-

**Tabla 2.**

Análisis de correlación del PSUP con variables clínicas y de laboratorio.

Variable	r	IC95%	p
SpO <sub>2</sub>	-0,21	-0,33; -0,09	0,011
SaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	-0,29	-0,41; -0,17	<0,005
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	-0,23	-0,47; -0,28	0,011
Linfocitos%	-0,32	-0,50; -0,13	<0,005
Leucocitos	0,19	0,01; 0,33	0,025
Neutrófilos%	0,39	0,24; 0,53	<0,005
Radio N/L %	0,23	0,08; 0,37	0,005

**Figura 3. Correlación Puntaje de Severidad de Ultrasonido Pulmonar (PSUP) con la Saturación periférica de Oxígeno (SpO<sub>2</sub>)**



**Figura 4. Correlación Puntaje de Severidad de Ultrasonido Pulmonar (PSUP) con radio Saturación de O<sub>2</sub>/Fracción inspirada de O<sub>2</sub> (SaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>)**

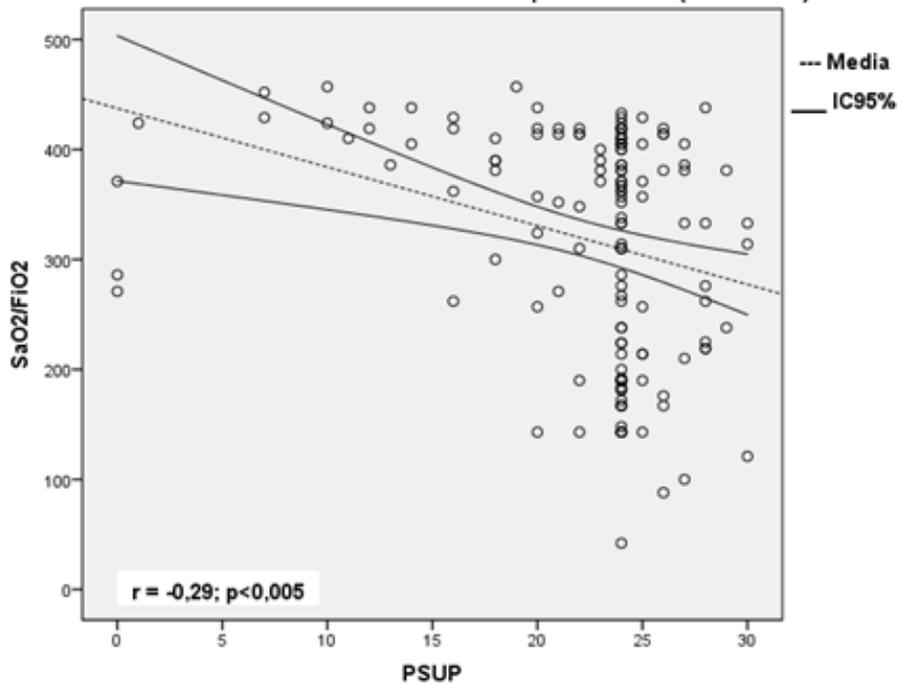


Figura 5. Correlación Puntaje de Severidad de Ultrasonido Pulmonar (PSUP) con PaO2/FiO2

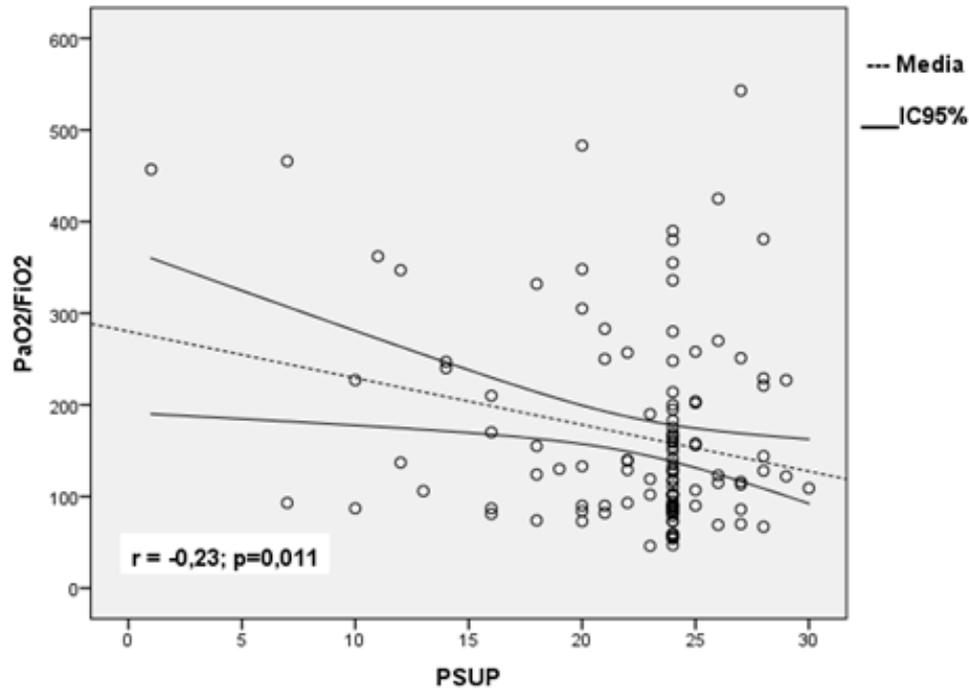
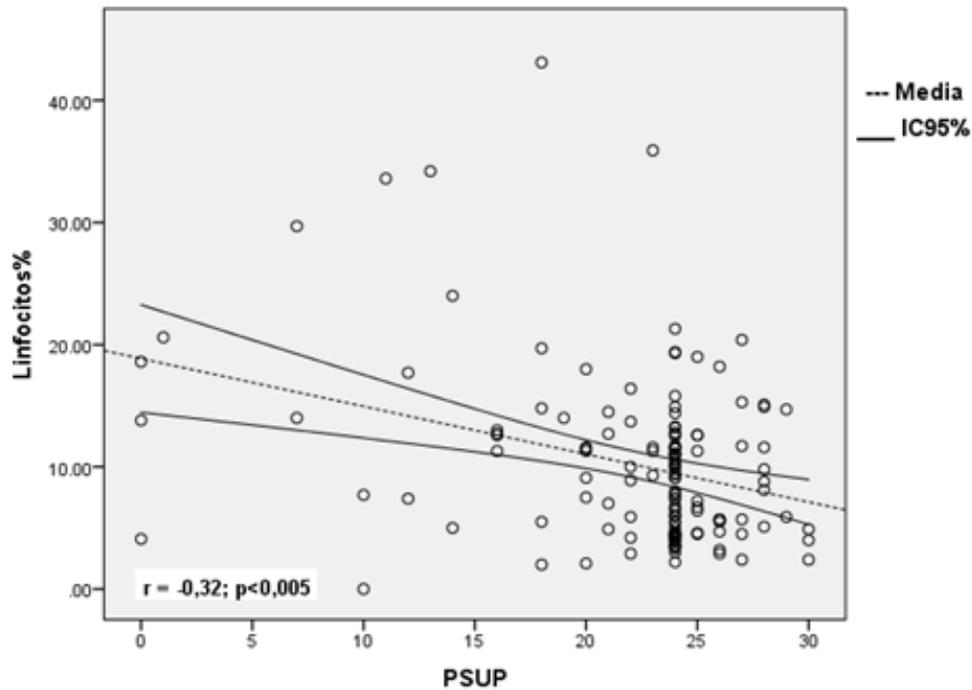


Figura 6. Correlación Puntaje de Severidad de Ultrasonido Pulmonar (PSUP) con recuento de Linfocitos



mayor a la reportado por Ji L, et al. (media 12 puntos) y Lichter Y, et al. (media 15 puntos).<sup>17,18</sup> También, el dímero D (mediana 5810 ng/dL) y una relación neutrófilos/linfocitos alto, siendo todos estos factores de mal pronóstico.<sup>19,20</sup>

El ultrasonido pulmonar ha mostrado un valor creciente en la práctica clínica diaria, especialmente en los entornos de emergencia y cuidados intensivos. Es

portátil, rápido, repetible, sin radiación ionizante, fácil de aprender comparado con otras técnicas ultrasonográficas, además de tener una alta tasa de reproducibilidad intra e inter operador<sup>21</sup> y práctica sanitización. Lo anterior confiere menor necesidad de movilización del paciente, lo que reduce así mismo la incidencia de contaminación cruzada. La alta sensibilidad del UP para la detección de afectación pulmonar le permite

Figura 7. Correlación Puntaje de Severidad de Ultrasonido Pulmonar (PSUP) con Leucocitos

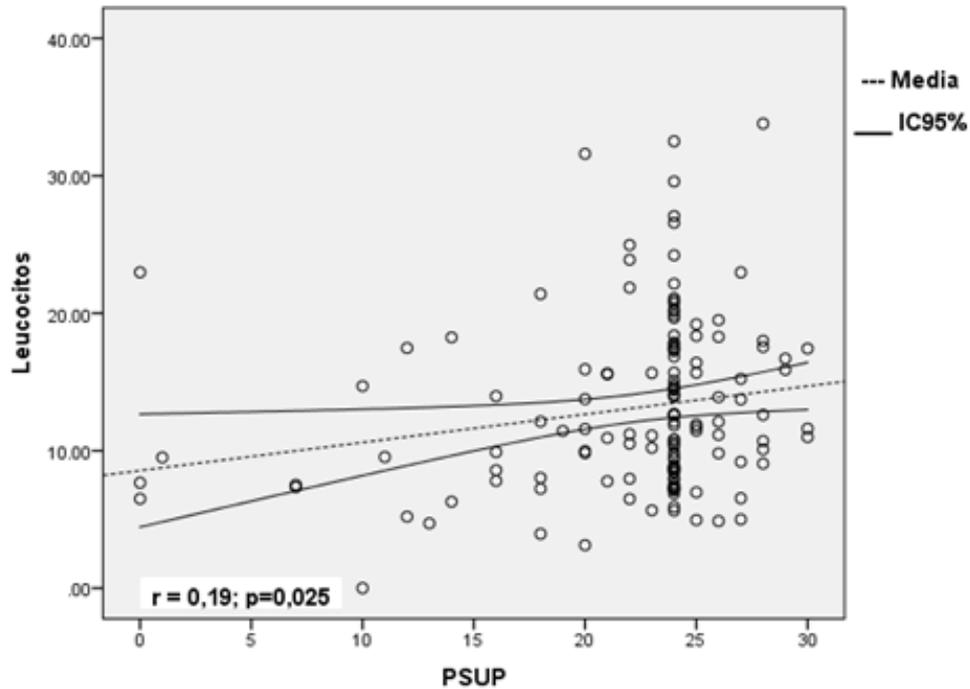
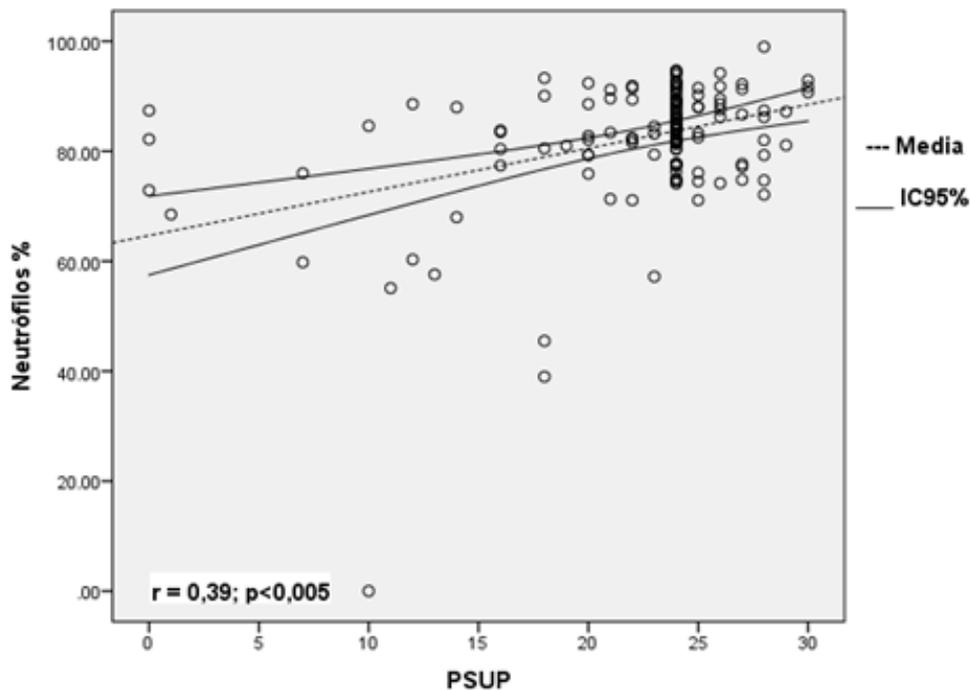


Figura 8. Correlación Puntaje de Severidad de Ultrasonido Pulmonar (PSUP) con Neutrófilos

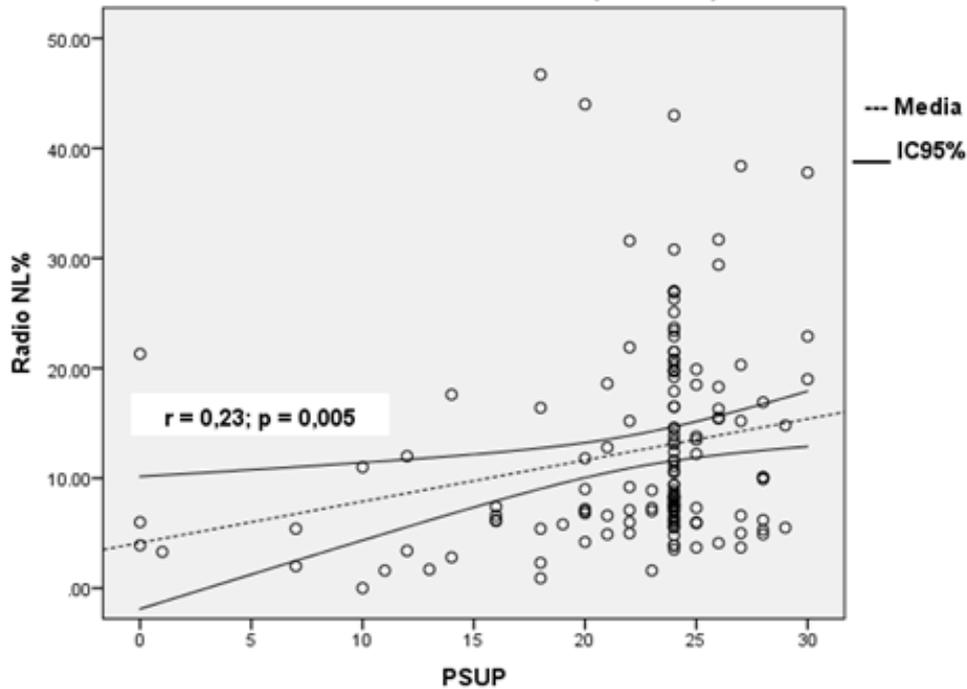


ser una herramienta de monitorización fiable para la evaluación periódica de los pacientes con COVID-19, teniendo en cuenta el lapso entre el examen y el día del inicio de los síntomas que es crucial para contextualizar la sensibilidad y especificidad.<sup>22</sup>

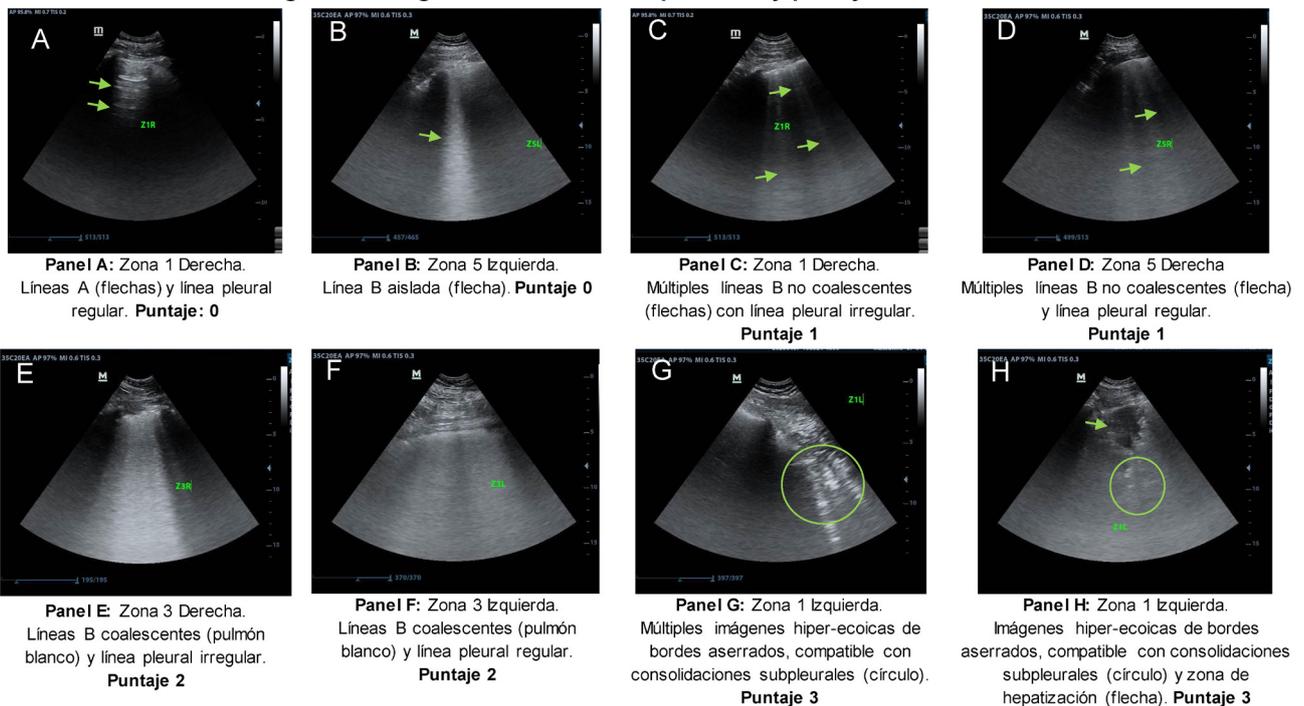
En pacientes con diagnóstico de COVID-19, el UP es útil para detectar compromiso pulmonar y graduarlo, este tiene una buena correlación y precisión (coeficiente de correlación intraclase: 0,803, IC95%:

0,60-0,90,  $p < 0,001$ ) cuando se compara con la tomografía de tórax.<sup>23</sup> Los hallazgos ultrasonográficos característicos en pacientes COVID-19 incluyen varios grados de múltiples líneas B con una distribución irregular. Las líneas B pueden estar separadas o coalescentes, incluidas imágenes de "pulmón blanco"; así mismo se puede visualizar una línea pleural irregular "fragmentada" con pequeñas consolidaciones periféricas.<sup>24</sup>

**Figura 9. Correlación Puntaje de Severidad de Ultrasonido Pulmonar (PSUP) con Radio Neutrófilos/Linfocitos (Radio NL)**



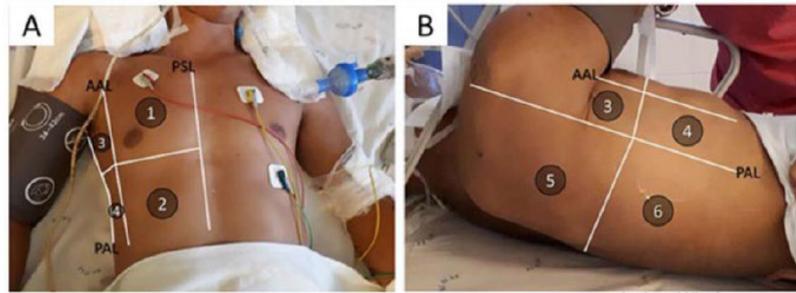
**Figura 10. Imágenes de ultrasonido pulmonar y puntaje de severidad.**



Otra utilidad del UP se ve reflejada en su capacidad para ayudar a establecer diagnósticos diferenciales (ej. edema pulmonar cardiogénico y no cardiogénico, embolia pulmonar o neumonía bacteriana). En estos casos, la integración de los hallazgos típicos y atípicos junto con el historial médico, el examen físico y otros, juegan un papel importante.<sup>25</sup>

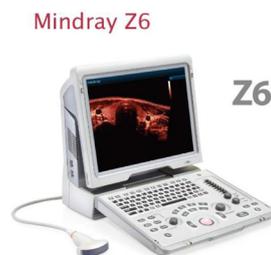
A pesar de todo lo anterior, aún existen limitaciones en la aplicabilidad del UP para COVID-19, lideradas principalmente porque no existen datos robustos sobre su precisión como prueba diagnóstica, real relevancia pronóstica y valores de corte que puedan ayudar a orientar en la toma de decisiones clínicas, ni indicaciones sólidas sobre el momento y los enfoques

**Figura 11. Protocolo UP de 12 zonas.**



Volpicelli G, Lamorte A, Villén T. What's new in lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. *Intensive Care Med* 2020;46:1445-1448. Doi:10.1007/s00134-020-06048-9.

**Figura 12. Máquina de ultrasonido pulmonar, Mindray Z6 (Shenzhen, China).**



para monitorear a los pacientes (diariamente, dos veces al día, solo con base clínica, etc.). Por otro lado, según la experiencia y la literatura científica recientemente publicada en todo el mundo,<sup>26</sup> el UP, incluso con un enfoque empírico, se ha reportado como extremadamente útil para apoyar la toma de decisiones en pacientes con COVID-19; por lo que se debería motivar a los médicos de su uso clínicamente integrado, apropiado y responsable.

Para finalizar, algunas limitaciones de nuestro estudio deben ser mencionadas. Primero, es un estudio descriptivo de un solo centro asistencial. Segundo, dadas las limitaciones de nuestro hospital no fue posible realizar una comparación entre el puntaje de severidad ultrasonográfico y el tomográfico. Tercero, debido a la falta de reactivos séricos para interleucina 6 no pudimos evaluar la asociación entre dicho marcador de inflamación con la afección pulmonar medida por ultrasonido. Sin embargo, nuestro trabajo se suma a otros estudios y al resto de la evidencia científica<sup>27-30</sup> que apoya el uso del UP en pacientes con COVID-19.

## Conclusiones

Existe una asociación del puntaje de severidad de ultrasonido pulmonar con el riesgo de intubación y mortalidad intrahospitalaria, además este puntaje se correlaciona bien con variables clínicas y de laboratorio en pacientes con neumonía por COVID-19.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:** MP: conceptualización, curación de datos, análisis formal, metodología, visualización, escritura - preparación del borrador original, escritura - revisar & edición. EC y JS: administración del proyecto y recursos, adquisición de fondos.

Los editores en jefe, Dres. Carlos Luna y Francisco Arancibia, aprobaron este trabajo.

## Referencias

1. WHO Health Emergency Dashboard, WHO (COVID-19). [Internet]. [Consultado 15 Ene 2021]. Disponible en: <https://covid19.who.int/>.
2. Huang C, Wang Y, Li X et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet* 2020; 395: 497-506. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
3. Asrani P, Suji Eapen M, Chia C, Haug G, Heinrich C. Weber, Md. Im-taiyaz Hassan & Sukhwinder Singh Sohal. Diagnostic approaches in COVID-19: clinical updates. *Expert Review of Respiratory Medicine* 2021; 15:2: 197-212, DOI: 10.1080/17476348.2021.1823833.
4. Zu ZY, Jiang MD, Xu PP et al. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): a perspective from China. *Radiology* 2020;296:E15-25. DOI: 10.1148/radiol.2020200490
5. Ng MY, Lee EY, Yang J et al. Imaging profile of the COVID-19 infection: radiologic findings and literature review. *RadiolCardiothorax Imaging* 2020;2:e200034. DOI: 10.1148/ryct.2020200034
6. Akl EA, Blazic I, Yaacoub S et al. Use of Chest Imaging in the Diagnosis and Management of COVID-19: A WHO Rapid Advice Guide. *Radiology* 2021; 298:2: E63-E69. DOI: 10.1148/radiol.2020203173
7. Raheja R, Brahmavar M, Joshi D, Raman D. Application of Lung Ultrasound in Critical Care Setting: A Review. *Cureus* 2019;11:e5233. DOI:10.7759/cureus.5233.
8. Deng Q, Zhang Y, Wang H et al. Semiquantitative lung ultrasound scores in the evaluation and follow-up of critically ill patients with COVID-19: a single-center study. *AcadRadiol* 2020;27:1363-72. DOI: 10.1016/j.acra.2020.07.002
9. Soummer A, Perbet S, Brisson H et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Crit Care Med* 2012;40:2064-72. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31824e68ae
10. García de Alencar JC, Marchini JFM, Marino LO et al. Lung ultrasound score predicts outcomes in COVID-19 patients admitted to the emergency department. *Ann Intensive Care* 2021; 11: 6. <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00799-w>
11. Volpicelli G, Lamorte A, Villén T. What's new in lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. *Intensive Care Med* 2020;46:1445-8. DOI: 10.1007/s00134-020-06048-9
12. Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, Arbelot C, Lu Q, Roubay JJ. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;183:341-7. DOI: 10.1164/rccm.201003-0369OC
13. WHO. Manejo clínico de la COVID-19, 27 de mayo de 2020, Orientaciones provisionales. [Internet]. [Consultado 15 Ene 2021]. Disponible en: [WHO/2019-nCoV/clinical/2020.5](https://www.who.int/docs/default-source/coronavirus/situation-reports/20200527-who-clinical-management-guidance-for-covid-19.pdf?sfvrsn=1).
14. Caltabeloti F, Monsel A, Arbelot C et al. Early fluid loading in acute respiratory distress syndrome with septic shock deteriorates lung aeration without impairing arterial oxygenation: a lung ultrasound observational study. *Crit Care* 2014;18:R91. DOI: 10.1186/cc13859
15. Lichtenstein D. Current misconceptions in lung ultrasound. A short guide for experts. *Chest* 2019;156:21-5. DOI: 10.1016/j.chest.2019.02.332
16. Trias-Sabrià P, Molina-Molina M, Aso S et al. Lung Ultrasound Score to predict Outcomes in Covid-19. *Respiratory Care* 2021; 66: 1263- 1270. DOI: <https://doi.org/10.4187/respcare.08648>.
17. Lichter Y, Topilsky Y, Taieb P et al. Lung ultrasound predicts clinical course and outcomes in COVID-19 patients. *Intensive Care Med* 2020;46:1873-1883. Doi:10.1007/s00134-020-06212-1
18. Sisó-Almirall A, Kostov B, Mas-Heredia M et al. Prognostic factors in Spanish COVID-19 patients: A case series from Barcelona. *PLOS ONE* 2020; 15: e0237960. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237960>.
19. Hernández-Cárdenas CM, Choreño-Parra JA, Torruco-Sotelo C et al. Clinical Risk Factors for Mortality Among Critically Ill Mexican Patients With COVID-19. *Front Med (Lausanne)* 2021;8:699607. Doi:10.3389/fmed.2021.699607
20. Anderson KL, Fields JM, Panebianco NL, Jenq KY, Marin J, Dean AJ. Inter-rater reliability of quantifying pleural B-lines using multiple counting methods. *J Ultrasound Med* 2013;32:115-120. DOI: 10.7863/jum.2013.32.1.115.
21. Gargani L, Soliman-Aboumarie H, Volpicelli G, Corradi F, Pastore MC, Cameli M. Why, when, and how to use lung ultrasound during the COVID-19 pandemic: enthusiasm and caution. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2020;21:941-948. Doi:10.1093/ehjci/jeaa163
22. Tung-Chen Y, Martí de Gracia M, Díez-Tascón A et al. Correlation between Chest Computed Tomography and Lung Ultrasonography in Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Ultrasound Med Biol* 2020;46:2918-2926. Doi:10.1016/j.ultrasmed-bio.2020.07.003.
23. Volpicelli G, Gargani L. Sonographic signs and patterns of COVID-19 pneumonia. *Ultrasound J* 2020;12:22. DOI: 10.1186/s13089-020-00171-w
24. Soldati G, Demi M. The use of lung ultrasound images for the differential diagnosis of pulmonary and cardiac interstitial pathology. *J Ultrasound* 2017;20:91-96. Doi:10.1007/s40477-017-0244-7
25. Peixoto AO, Costa RM, Uzun R, Fraga A, Ribeiro JD, Marson FAL. Applicability of lung ultrasound in COVID-19 diagnosis and evaluation of the disease progression: A systematic review. *Pulmonology* 2021; 27: 529-562. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2021.02.004>
26. Song G, Qiao W, Wang X, Yu X. Association of Lung Ultrasound Score with Mortality and Severity of COVID-19: A Meta-Analysis and Trial Sequential Analysis. *Int J Infect Dis* 2021;108:603-609. Doi:10.1016/j.ijid.2021.06.026
27. Matthies AK, Trauer MM, Chopra K, Jarma R, Diagnostic accuracy of point-of-care lung ultrasound for COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *MedRxiv* 2021.10.09.21264799. <https://doi.org/10.1101/2021.10.09.21264799>
28. Wang M, Luo X, Wang L et al. A Comparison of Lung Ultrasound and Computed Tomography in the Diagnosis of Patients with COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diagnostics (Basel)* 2021;11:1351. Doi:10.3390/diagnostics11081351
29. Demi L. Lung ultrasound: The future ahead and the lessons learned from COVID-19. *J Acoust Soc Am* 2020;148:2146. Doi:10.1121/10.0002183

