



Ecografía pulmonar: ¿técnica indispensable? Importancia y aporte en diferentes especialidades

Drs. Elizabeth Hirschhaut¹, Carmen Julia Delgado².

¹Departamento de Cardiología, Hospital Militar Universitario Dr. Carlos Arvelo, Caracas, Venezuela. ²Departamento de Tórax, Hospital José Ignacio Baldó, Caracas, Venezuela.

RESUMEN

La ecografía pulmonar es una técnica multidisciplinaria, su aplicación se extiende a diferentes especialidades médicas y quirúrgicas en las que se requiere la evaluación del pulmón y son pocas las especialidades que quedan por fuera de este listado. Esta técnica no se limita a la visualización del pulmón, abarcando las estructuras superficiales del tórax, el espacio subpleural y el diafragma. Adicionalmente suministra información acerca del impacto en el área pulmonar de las enfermedades cardíacas, renales y neurológicas, brinda información hemodinámica. Se discuten estas aplicaciones en las especialidades de: emergencia, reumatología, nefrología, obstetricia, neurocrítico, cardiología, medicina del deporte, pediatría, oncología, medicina aeroespacial, neumonología, medicina crítica y en COVID-19.

Palabras clave: Ecografía pulmonar, Ultrasonido pulmonar, Aplicaciones.

Lung ultrasound: essential technique? Importance and contribution in different specialties

ABSTRACT:

The pulmonary ultrasound is a multidisciplinary technique, its application extends to different medical and surgical specialties in which lung evaluation is required and there are few specialties that are left out of this list. This technique is not limited to visualization of the lung, covering the superficial structures of the thorax, the subpleural space and the diaphragm. Additionally, it provides information about the impact on the lung area of heart, kidney and neurological diseases and provides hemodynamic information. These applications are discussed in the specialties of: emergency, rheumatology, nephrology, obstetrics, neurocritical, cardiology, sports medicine, pulmonology, pediatrics, oncology, aerospace medicine, pulmonology, critical care medicine and COVID-19.

Keywords: Lung ultrasound, Lung echography, Applications.

INTRODUCCIÓN

La ecografía pulmonar (EP) es una técnica multidisciplinaria (1). Su aplicación se extiende a diferentes especialidades médicas y quirúrgicas, va más allá de la visualización del pulmón,

englobando las estructuras superficiales de la pared torácica, espacio subpleural y el diafragma (2). Provee información del impacto pulmonar en enfermedades cardíacas, renales y neurológicas, suministra información hemodinámica. En esta revisión se destacan estas aplicaciones en las especialidades de: emergencia, reumatología,

Forma de citar este artículo: Hirschhaut E, Delgado CJ. Ecografía pulmonar: ¿técnica indispensable? Importancia y aporte en diferentes especialidades. Rev Venez Ultrason Med. 2023; NS3(2): 17-29. DOI: 10.57097/REVUM.2023.3.2.3

Dirección para correspondencia: Dra. Elizabeth Hirschhaut, elihir00@yahoo.com

nefrología, obstetricia, neurocrítico, cardiología, medicina del deporte, pediatría, oncología, medicina aeroespacial, neumonología, medicina crítica y en COVID-19 (3, 4).

En **medicina de emergencia**, la EP forma parte de todos los protocolos de atención del paciente. En el ámbito prehospitalario (*Pending tests, active consultants, uncertainty measure, summary of major problems or to-dos, examine at the time of transfer (PAUSE) initiative*), *pre hospital focused assessment with sonography in trauma (P-FAST)* y *Point-of-Care Ultrasound (POCUS)* ha demostrado optimizar el diagnóstico y tratamiento del paciente, además de incluir al personal paramédico en su realización (5, 6).

En el ámbito hospitalario forma parte de protocolos fundamentales como (7-9):

E-FAST (*Extended Focus Assessment Sonography Trauma*): en traumatismos toracoabdominales, que además de las ventanas abdominales incluye las ventanas pleuropulmonares.

RUSH (*Rapid Ultrasound Shock Hypotension*): para el diagnóstico diferencial de shock, evaluando 3 aspectos:

- La bomba: corresponde al corazón.
- Las tuberías: dado por la aorta y venas.
- El tanque: interesa áreas en el cual se acumula líquido como el espacio subpleural, intersticial pulmonar y espacio peritoneal.

BLUE (*Bedside Lung Ultrasound in Emergency*) y **FALLS** (*Fluid Administration Limited by Lung Ultrasound*): en insuficiencia circulatoria aguda. Fue propuesto por Lichtenstein, combinando el

protocolo BLUE y el FALLS, para distinguir los tipos de shock y la administración y suspensión de la fluidoterapia (1).

BLUE: es el protocolo emblemático en el diagnóstico de insuficiencia respiratoria aguda o disnea grave. Diseñado por Lichtenstein; cada patrón ecográfico orienta el diagnóstico clínico del paciente con una precisión de 90,5 % en un tiempo no mayor de 3 minutos (1).

SESAME (*Secuencial Emergency Scanning Assessing Mechanism*) para la evaluación de parada cardíaca, empezando el algoritmo por la ventana pulmonar.

PEA (Acrónimo de pulmón, epigastrio y abdomen y de *Pulseless Electrical Activity*): usado en la evaluación de parada cardíaca, evaluando con las ventanas descritas el mayor número de causas reversibles.

En reumatología, Wang y cols. (10) y Volpicelli (11) han introducido la EP como método de exploración en el despistaje de afectación intersticial de las enfermedades del tejido conectivo, en especial en la esclerodermia y la artritis reumatoidea, tipificado por el síndrome intersticial ecográfico (10, 11). En trabajo de Cosimo y cols. (12), recientemente publicado, se concluye que la EP:

- Determina si hay o no afectación intersticial.
- Hace detección subclínica, en pacientes asintomáticos.
- Se correlaciona con la tomografía de tórax.
- Determina la extensión de la afectación.
 - Afectación de regiones posteriores indica extensión leve.

- Afectación de regiones anteriores indica extensión grave.
- Tiene valor pronóstico.
- Permite instaurar tratamiento precoz.

Ante estas evidencias se ha propuesto que el reumatólogo incluya en su evaluación de consulta la EP.

En **nefrología** también se ha incorporado al currículo de formación de esta especialidad. La EP permite evaluar la afectación pulmonar en enfermedad renal aguda y en enfermedad renal crónica terminal (13-15).

Los pacientes en diálisis presentan congestión asintomática determinada por la presencia de líneas B y esta se relaciona con un aumento de la morbimortalidad. La EP es una técnica sensible para su detección, lo que permite hacer diagnósticos de edema pulmonar clínico y subclínico, detectar el pulmón urémico y el estadio de la volemia. Además, las líneas B disminuyen con la diálisis, y esto permite optimizar los parámetros dialíticos. En los períodos interdiálisis, la presencia de líneas B se correlaciona con eventos cardiovasculares y mortalidad, lo que indica su valor pronóstico. En enfermedad renal, la acumulación de fluidos y toxinas urémicas, así como la liberación de restos necróticos celulares, producen daño pulmonar manifestado por insuficiencia respiratoria o síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) y ecográficamente por un síndrome intersticial, con nódulos hipoecoicos subpleurales, áreas salvadas y línea pleural anormal.

En obstetricia, la aplicación de la EP se extiende a 3 escenarios clínicos en la evaluación materna (16-20):

- Infecciones respiratorias agudas, proponiendo la EP como método de primera línea, en especial en COVID-19.
- Disnea fisiológica del embarazo: se presenta en el 50 % de las pacientes en el segundo trimestre y 75 % en el tercer trimestre. Se confirma por la presencia de un patrón de pulmón aireado/seco.
- Preeclampsia: con los nuevos criterios basados en la presencia de hipertensión arterial y edema pulmonar, detectado por la presencia de líneas B, el obstetra realiza la evaluación ecográfica del feto y del tórax de la madre y la presencia de líneas B determina el diagnóstico de preeclampsia con signos de gravedad.

Adicionalmente la EP evalúa el pulmón fetal que, en vista de estar colapsado, se presenta ecográficamente como un patrón de consolidación homogéneo y la presencia de áreas anecoicas sugieren malformaciones como macroquistes o microquistes. El examen de la ecotextura del pulmón fetal permite la determinación de la madurez fetal a través de *software* diseñados por laboratorios especializados para tal fin.

En neurología crítica, se describe el edema pulmonar neurogénico en enfermedades graves del sistema nervioso central, como hemorragias subaracnoideas, trauma cerebral e incluso epilepsia. La realización de EP en forma diaria permite la detección temprana de edema neurogénico tipificado por un síndrome intersticial y la instauración de un tratamiento precoz (21).

En **medicina deportiva**, son diversos los deportes que producen daño pulmonar, como los deportes de contacto, de combate, atléticos, de montaña, de agua; entre otros. Se describen distintos

mecanismos como la hipoxia, la hiperventilación, el trauma directo o indirecto, la inhalación de irritantes o el edema pulmonar asociado al aumento de presiones, este último tipificado por un síndrome intersticial. En deportes de alta competencia o alta exigencia se presenta el edema pulmonar asociado a ejercicio extenuante, como en el iron man, que demostró que 75 % de los atletas presentaban edema pulmonar asintomático, que desaparecía a las 12 horas. De tal manera que en personas no entrenadas se presenta con mayor frecuencia (22).

En el montañismo se describe el edema pulmonar asociado a alturas mayores de 2500 m por el mecanismo de hipertensión pulmonar hipóxica hipobárica, donde el ascenso disminuye la presión parcial de oxígeno y desencadena vasoconstricción hipóxica de las arterias pulmonares, aumento de la presión hidrostática y extravasación de líquido pulmonar (23). El ascenso de los montañistas debe ser gradual y evaluado por EP en estaciones, de presentarse un síndrome intersticial, este deberá permanecer en esta estación algunos días en espera de su adaptación a la altura.

En el buceo de apnea, el atleta toma una bocanada de aire y desciende en una plataforma motorizada hasta una profundidad predeterminada, para luego ascender a la superficie, también se presenta el edema pulmonar (24). El mecanismo es el "blood shift" o centralización del flujo de la periferia a los vasos centrales con aumento de la presión pulmonar. Su diagnóstico incluye el patrón intersticial ecográfico y la realización de una prueba genética demostrativa de predisposición.

También se produce edema pulmonar por inmersión, en deportes de agua que se realizan en la superficie, como nadar, snorkel, hockey subacuático y pesca submarina en apnea, por el mecanismo de redistribución de sangre de la

periferia a los vasos pulmonares (25).

En **cardiología**, Gargani (26) señaló la utilidad de la EP en 4 áreas (26):

- Diagnóstico diferencial de disnea.
- Evaluación del líquido extravascular pulmonar.
- Insuficiencia cardíaca.
- Síndrome coronario.

En el diagnóstico diferencial de disnea, Lichtenstein y Meziere (27) fueron pioneros en señalar que la presencia de líneas B diferenciaba la disnea cardíaca de la disnea de origen respiratorio (27). Diez años después desarrollan el protocolo BLUE emblemático en el diagnóstico diferencial de la disnea grave (28). Hoy por hoy, el abordaje inicial de la disnea requiere la realización de EP, tal como lo señala el nuevo consenso internacional de EP (2).

En la insuficiencia cardíaca (IC), entidad clínica con una prevalencia de 1 % - 2 % de la población mundial y la primera causa de hospitalización en población mayor de 65 años, la EP proporciona información vital, convirtiéndola en una herramienta del conocimiento obligatorio de los cardiólogos (29). De acuerdo a la clasificación clínica de Stevenson (27), el fenotipo predominante de estos pacientes en 82 %, es el húmedo-caliente, es decir que el paciente en IC es predominantemente congestivo. Utilizando la clasificación clínica de Stevenson en la IC por congestión se identifican 4 fenotipos (30):

- Congestión pulmonar intravascular o hemodinámica.

- Congestión pulmonar extravascular o tisular.
- Congestión sistémica intravascular.
- Congestión extravascular o tisular.

Esta clasificación permite discernir los tipos de congestión y enfocar su abordaje diagnóstico y terapéutico. La propuesta de evaluación de la congestión es:

Congestión pulmonar intravascular: por ecocardiografía.

Congestión pulmonar extravascular o tisular: por EP.

Congestión sistémica intravascular: por protocolo VEXUS.

En cuanto a la congestión pulmonar se debe conocer:

- Se asocia con aumento de la mortalidad.
- De ella depende el pronóstico de la insuficiencia cardíaca.
- La EP permite el diagnóstico de congestión y descongestión por la presencia o ausencia del patrón de síndrome intersticial con una sensibilidad y especificidad por encima del 95 %.

En el contexto de pacientes en insuficiencia cardíaca se pueden presentar los siguientes escenarios clínicos (4):

- Congestión pulmonar: identificado por el patrón de síndrome intersticial.

- Derrame pleural: se presenta en más del 80 % de los pacientes con insuficiencia cardíaca y se identifica por el patrón de derrame pleural. Habitualmente el derrame es anecoico y corresponde a un trasudado, pero 25 % pueden tener imágenes ecogénicas puntiformes en su interior, signo del plancton y por los criterios de "light" corresponden a exudados, estos derrames son falsos exudados o pseudoexudados, en los cuales el uso de diuréticos, elimina más solvente que soluto.

- Neumonía: patrón de consolidación. La insuficiencia cardíaca presenta 75 % de desencadenantes, de los cuales la mitad corresponden a infecciones. El hallazgo de un patrón de consolidación, tipificado por el signo del tejido, borde profundo fragmentado y broncograma aéreo dinámico habitualmente en las regiones inferiores orienta hacia este diagnóstico con una alta sensibilidad.

- Ausencia de congestión pulmonar: patrón de pulmón aireado/seco. La presencia de este patrón en este contexto descarta congestión pulmonar y se deben buscar otros diagnósticos.

Los consensos de insuficiencia cardíaca en estos últimos 5 años, e inclusive el nuevo consenso internacional de EP, promueven la realización de la EP y en especial integrado a la ecocardiografía, porque mejora el diagnóstico, seguimiento y pronóstico de los pacientes (2, 31-35).

Se anexa el algoritmo de EP en pacientes con sospecha de insuficiencia cardíaca, en el cual cada patrón ecográfico tiene una orientación clínica (Figura 1).

En el síndrome coronario agudo, Bedetti y cols. (36) son pioneros en señalar como predictor independiente de mortalidad, la fracción de eyección, el desplazamiento sistólico del plano



Figura 1. Orientación clínica según patrón ecográfico pulmonar en pacientes con presunción de Insuficiencia Cardíaca. Grupo Venezolano de Ecografía Pulmonar.

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, TEP: Tromboembolismo pulmonar, EPID: Enfermedad pulmonar intersticial difusa, SDRA: Síndrome de distrés respiratorio agudo.

del anillo tricuspídeo (siglas en inglés, TAPSE) y los cometas pulmonares, término que recibían las líneas B hace 12 años (36). Recientemente, Araujo y cols. (37) incluyen la EP como predictor independiente de mortalidad en los síndromes coronario agudos con elevación del segmento ST (37).

A la propuesta inicial sobre las aplicaciones Bedetti y cols. (36), la EP en cardiología, se han incorporado aplicaciones en patologías valvulares, hipertensión pulmonar, eco de estrés, en cardiología intervencionista y cirugía cardiovascular, que escapan a esta revisión.

En **oncología**, una especialidad en la cual la EP es novedosa, su incorporación a la evaluación de estos pacientes suministra información relevante que, incluso, lleva a la proposición de incluirlo en el currículo de formación de la especialidad (38, 39). La EP en oncología permite:

- Eco guía de procedimientos.

- Orientar el diagnóstico en pacientes con cáncer de pulmón, metástasis de primario pulmonar o no.
- Estadificar la enfermedad.
- Seguimiento.
- Determinar afectación pulmonar asociada a los tratamientos de quimioterapia y radioterapia.
- Evaluación de complicaciones oncológicas.
- Eco guía de accesos venosos.

En **pediatría**, se ha incorporado esta técnica como primera línea, debido a las ventajas que tiene, en especial la ausencia de radiaciones. Se han elaborado diferentes consensos y guías con recomendaciones acerca de su utilidad (40, 41). Los signos ecográficos del adulto son iguales a los de los niños y la diferencia estriba en el tamaño de los signos y de las patologías propias de cada grupo etario. Se anexan los algoritmos de EP en la población neonatal y pediátrica (Figura 2 y 3).

En **medicina aeroespacial**, una nueva aplicación de la EP, promovida por el proyecto de Ecografía Avanzada en Microgravedad (ADUM), desarrollado en la estación espacial internacional, en la cual se usa el ecógrafo, el único dispositivo de imagen autorizado en una nave espacial. Se realizaron estudios de ultrasonografía entre astronautas y autorrealizadas, guiados en forma remota por expertos. Esto permitió el desarrollo de la ultrasonografía remota guiada por expertos, no solo aplicable en este ámbito espacial sino también en escenarios como COVID-19, sitios remotos o desatendidos y más recientemente por el paciente en su domicilio disponiendo de

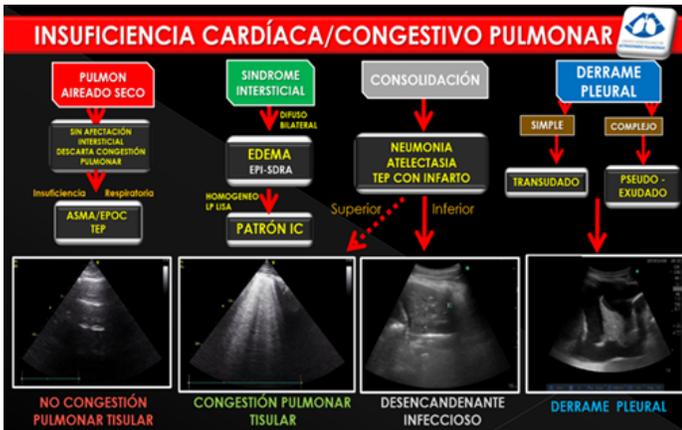


Figura 2. Orientación clínica según patrón ecográfico pulmonar en pacientes en edad neonatal. SDRA: Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo. EPI: Enfermedad Pulmonar Intersticial. LP: Línea Pleural. TEP: Tromboembolismo pulmonar IC: Insuficiencia Cardíaca

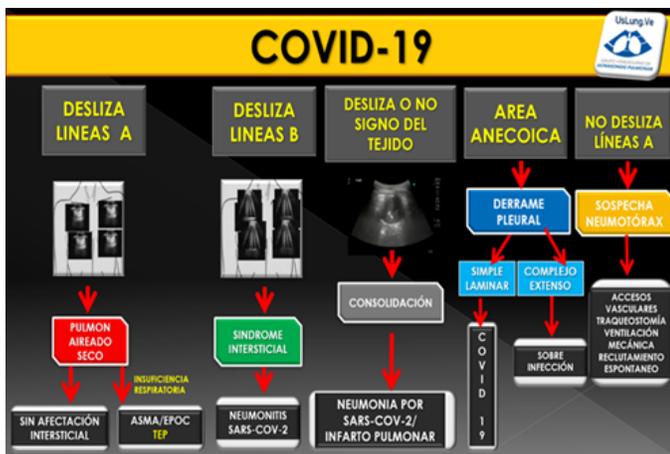


Figura 3. Orientación clínica según patrón ecográfico pulmonar en pacientes en edad pediátrica. Grupo Venezolano de Ecografía Pulmonar.

un ecógrafo ultraportátil, mencionándose como declaración del nuevo consenso internacional de ecografía pulmonar (2).

En **neumonología y cirugía de tórax**, la EP marca el inicio del abordaje diagnóstico de todas las patologías respiratorias siguiendo a la anamnesis y formando parte del examen físico (42). En patología obstructiva (asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica), el

patrón de pulmón aireado/seco o perfil A de Lichtenstein, descarta otras causas de disnea y, en tromboembolismo pulmonar, disminuye las solicitudes de angiotomografía de tórax (43, 44).

En patología intersticial, ofrece una rentabilidad diagnóstica equiparable con la tomografía de tórax y dado su alto valor predictivo negativo, descarta patología intersticial cuando este patrón está ausente, lo cual impacta importantemente en el grupo de enfermedades en las que el compromiso intersticial debe ser vigilado (insuficiencia cardíaca, cardiopatía isquémica aguda, esclerodermia, uso de ciertos fármacos, deportes de alto impacto, trabajos en áreas de contaminación ambiental) (45). En patología consolidativa, su rol es sustancial en el diagnóstico de neumonía a la cabecera del paciente (sensibilidad 90 %, especificidad 98 %), desde su fase preconsolidativa hasta su resolución, brindando durante el seguimiento evolutivo la oportunidad para el diagnóstico precoz de complicaciones e información pronóstica (46). En patología neoplásica pulmonar y de pared torácica permite su diagnóstico presuntivo, contribuye a su estadificación (invasión de pared torácica) y sirve de ecoguía para su diagnóstico histológico.

En patología pleural, su papel es conocido desde hace más de 50 años, siendo útil para el diagnóstico, cuantificación y clasificación del derrame pleural (DP) y específicamente disminuyendo los tiempos para el diagnóstico del DP maligno y otras patologías pleurales tales como, engrosamiento pleural, paquipleuritis, neoplasias primarias pleurales durante las cuales asiste como guía para su estudio histológico (47). En la mayoría de estas entidades donde el síntoma común es la disnea como expresión clínica de insuficiencia respiratoria, la EP forma parte fundamental de la evaluación inicial (Figura 4).

Finalmente, en todos los procedimientos intervencionistas de la especialidad, en los que ya



Figura 4. Orientación clínica según patrón ecográfico pulmonar en paciente con sospecha de insuficiencia cardíaca. Grupo Venezolano de Ecografía Pulmonar
SDRA: Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo

no se concibe su realización sin la guía ecográfica, a través de la cual se optimiza la rentabilidad y minimiza la tasa de complicaciones tales como el neumotórax e hidroneumotórax que pueden ser detectados o descartados de forma inmediata (48).

El perfil del nuevo neumonólogo debe ser el de un profesional entrenado formalmente (y no autodidacta), en la adquisición e interpretación de la imagen ecográfica, que lo haga capaz de integrar los resultados obtenidos con los conocimientos fisiopatológicos de cada entidad (49).

En la especialidad de **medicina crítica** ofrece al intensivista una suerte de mapa que le informa acerca del tipo, ubicación y distribución de la afectación pulmonar permitiéndole planificar la ruta terapéutica a seguir. En síndrome de distrés respiratorio agudo forma parte desde este año de las modalidades de imagen aprobadas para su diagnóstico y que permite mostrar en tiempo real la heterogeneidad de la aireación característica de esta entidad y su distribución a manera de gradiente ventrodorsal (50).

Participa en todas las etapas del soporte

ventilatorio, desde la intubación a través de ecografía cervical, hasta la certificación del normo posicionamiento del tubo endotraqueal, una vez observado el deslizamiento pleural en cada hemitórax. durante la ventilación, es útil en el diagnóstico de neumonía asociada a la ventilación mecánica ofreciendo datos para su seguimiento evolutivo a través de la valoración del score de reaireación pulmonar (score ≥ 5 = reaireación > 400 ml = éxito de terapia antimicrobiana), cuya utilidad ha sido extrapolada en la evaluación de las maniobras de reclutamiento pulmonar inducidas por PEEP (presión positiva al final de la espiración) progresivo y en el cálculo del potencial de éxito ante la posición prona a través del protocolo PLUE (evaluación prona con ultrasonido pulmonar) (51-53).

Durante la discontinuación de la ventilación mecánica contribuye en la predicción de éxito tras la extubación mediante ecografía diafragmática (desplazamiento diafragmático $\geq 1,1$ cm y fracción de engrosamiento diafragmático ≥ 36 %) y del seguimiento del desreclutamiento alveolar durante la prueba de respiración espontánea (≥ 17 puntos predicen distrés post-extubación) (54, 55).

Así mismo, dada la alta correlación de las líneas B con niveles elevados de agua extravascular pulmonar medida por termodilución transpulmonar y de las Líneas A con niveles normales de agua extravascular y presión en cuña ≤ 18 mm Hg, esta técnica forma parte de las estrategias de monitoreo hemodinámico, contribuyendo a la discriminación del tipo de shock e informa acerca de la tolerancia a fluidos incluso en aquellos pacientes con tolerancia miocárdica según curva de Frank y Starling (56-58).

En **COVID-19**, enfermedad con gran impacto sanitario mundial que logró ubicar a la EP como método de elección para el despistaje, seguimiento y pronóstico no solo de esta enfermedad sino de las distintas enfermedades pleuropulmonares. Esto es debido a que:

- o COVID-19 es una enfermedad de distribución periférica, apta para esta técnica.
 - o EP es altamente sensible.
 - o La EP tiene una serie de ventajas que la hacen altamente apreciables en este contexto, como:
 - Rápido abordaje y sin traslado del paciente (a la cabecera del paciente).
 - Económico y sin irradiación al paciente.
 - Mismo tratante y operador.
 - Desinfección fácil.
 - Se puede realizar a cualquier paciente y en cualquier ambiente.
 - Repetible las veces necesarias para seguimiento y evolución del paciente.
- Curva de aprendizaje corta.
 - Útil en poblaciones especiales: niños y embarazadas.
 - Amplia disponibilidad.
 - Variabilidad inter e intra observador menor de 5 %.
 - Detecta cambios precoces.
 - Se puede hacer en forma remota.
- o Más de 5000 publicaciones señalan la utilidad de la EP en diferentes ambientes clínicos como el triaje, hospitalización, terapia intensiva, quirófano y domicilio, es equiparable a la tomografía de tórax, cuenta con las recomendaciones de distintas sociedades científicas como SISAC (Sociedad de Imágenes cardiovasculares de la Sociedad Interamericana de Cardiología), SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica), SAC (Sociedad Argentina de Cardiología) y SERAM (Sociedad Española de Radiología Médica) entre otras y distintos líderes de opinión (59 - 63).

Se anexa el algoritmo de EP en pacientes con sospecha de COVID-19 en el cual, cada patrón orienta el diagnóstico clínico del paciente (Figura 5):

- o Patrón de pulmón aireado/seco: indica ausencia de afectación intersticial, en caso de insuficiencia respiratoria indica tromboembolismo pulmonar.
- o Síndrome intersticial: es el patrón predominante. Cuando es difuso, bilateral, heterogéneo, con línea pleural anormal indica neumonitis por COVID-19 (neumonía intersticial).



Figura 5. Orientación clínica según patrón ecográfico pulmonar en paciente con COVID-19. Grupo Venezolano de Ecografía Pulmonar. RN: Recién nacido TEP: Tromboembolismo pulmonar TTRN: Taquipnea transitoria del recién nacido IC: Insuficiencia cardíaca. SDRRN: Síndrome de distrés respiratorio del recién nacido SAM: Síndrome de aspiración meconial S: Signo HPRN: Hemorragia pulmonar del recién nacido.

- o Patrón de consolidación: indica neumonía por COVID-19 y afectación más severa.
- o Patrón de derrame pleural: suele ser infrecuente en COVID-19, cuando está presente es generalmente laminar. Cuando es extenso indica sobreinfección.
- o Patrón de sospecha de neumotórax/neumotórax: se presenta ocasionalmente debido a los múltiples procedimientos a los cuales se someten estos pacientes.

En conclusión, la EP es una técnica indispensable, multidisciplinaria, su utilidad va más allá de la evaluación del pulmón y ha dejado de ser opcional para convertirse en una técnica de aprendizaje obligatorio, que debe ser incluida en el currículo de formación de médicos especialistas, inclusive de estudiantes de pregrado. Estas son algunas de las especialidades en las cuales la EP es utilizada. En Radiología, el aprendizaje de esta técnica debe

ser parte de su formación integral y su función es servir de apoyo a todas las especialidades que así lo requieran.

REFERENCIAS

1. Lichtenstein D. Introduction to Lung Ultrasound. Lichtenstein D. Whole Body Ultrasonography in the Critically Ill. 4ta. Edición, Berlín: Springer-Verlag. 2010; 117-27. DOI:10.1007/978-3-642-05328-3
2. Libertario D, Wolfram F, Klersy C, De Silvestri A, Ferretti V, Muller M y cols. New International Guidelines and Consensus on the use of Lung Ultrasound. J Ultrasound Med. 2022; 42 (2): 1-36. DOI:10.1002/jum.16088
3. Hirschhaut E, Delgado CJ. Ecografía Pulmonar: ¿Técnica indispensable?. Rev Venez Ultrason Med. 2023; NS3(1): 34-41. DOI: 10.57097/REVUM.2023.3.1.5
4. Hirschhaut E, Delgado CJ, Cortez M, Gomes T, Miglioranza M. Ecografía Pulmonar: Un nuevo abordaje para cardiólogos. Retic. 2018;1(2):1-7. DOI: 10.37615/retic.v1n2a2
5. Zanatta M, Benato P, Cianci V. Pre-hospital ultrasound: current indications and future perspective. Int J Crit Care Emerg Med. 2016; 2: 1-7. DOI: 10.23937/2474-3674/1510019
6. Laursen C, Hanselmann A, Posth S, Mikkelsen S, Videbaek

- L, Berg H. Prehospital lung ultrasound for the diagnosis of cardiogenic pulmonary oedema: a pilot study. *Scan J Trauma Resusc Emerg Med.* 2016; 24 (96): DOI: 10.1186/s13049-016-0288-2
7. Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill. *Annals Intens Care* 2014; 4: 1-12. DOI: 10.1186/2110-5820-4-1
8. Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D. The RUSH Exam: Rapid Ultrasound in Shock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin N Am.* 2010; 28(1): 29-56. DOI: 10.1016/j.emc.2009.09.010.
9. Ceballos L, Vasquez V. Ultrasonografía focalizada en situaciones de urgencia. *Rev Chil Anest.* 2021; 50: 217-238. DOI: 10.25237/revchilanestv50n01-13
10. Wang Y, Gargani L, Barskova T, Furst D, Cerinic M. Usefulness of lung ultrasound B-lines in connective tissue disease-associated interstitial lung disease: a literature review. *Arthritis Res Ther.* 2017; 19 (206): 1-9. DOI: 10.1186/s13075-017-1409-7
11. Volpicelli G. Lung Ultrasound B-lines in interstitial lung disease moving from diagnosis to prognostic stratification. *Chest.* 2020; 158 (4): 1323 - 1324. DOI: 10.1016/j.chest.2020.05.528
12. Cosimo B, Mattolini L, Tofani L, Gargani L, Landini N, Roma N, *et al.* Lung Ultrasound B-lines in the evaluation of the extent of interstitial lung disease in Systemic Sclerosis. *Diagnostics.* 2022; 12 (7): 1696. DOI: 10.3390/diagnostics12071696
13. Reisinger N, Koratala A. Quantitative Lung Ultrasonography for the Nephrologist: Applications in Dialysis and heart failure. *Kidney360.* 2022; 3(1): 176 - 84. DOI: 10.34067/KID.0003972021
14. Gameiro J, Marques F, Lopes J. Long Term consequences of acute kidney injury: a narrative review. *Clinic Kidney J.* 2021; 14(3): 789 - 804. DOI: 10.1093/ckj/sfaa177.
15. Koratala A, Ronco C, Kazory A. The promising role of lung ultrasound in assessment of volume status for patients receiving maintenance renal replacement therapy. *Blood Purif.* 2020; 49 (6): 643 - 646. DOI: 10.1159/000505529
16. Di Marco F, Roggi M, Terraneo S, Pellegrino G, Rocco R, Palumbo G *et al.* Lung ultrasound as first line imaging tool in pregnant woman with respiratory symptoms. *Europ Resp J.* 2015; 46: OA494. DOI:10.1183/13993003.CONGRESS-2015.OA494
17. Veroes J, Di Muro J, editores. Consenso AVUM COVID-19 en gestantes [Internet]. Caracas: AVUM 2021 [consultado el 04 febrero 2024]. Disponible en: <https://avum.org/wp-content/uploads/2021/10/consenso-avum-covid19-en-gestantes-1.pdf>
18. Cabello H, Manieu D, Ruiz M. Enfermedades respiratorias en el embarazo. *Rev Chil Enf Respir.* 2003; 19 (3): 160 - 165. DOI: 10.4067/S0717-73482003000300004
19. Zieleskiewicz I, Lagier D, Contargyris C, Burgoin A, Gavage L, Martin C *et al.* Lung ultrasound guided-management of acute breathlessness during pregnancy. *Anaesthesia.* 2013; 68 (1): 97 - 101. DOI: 10.1111/anae.12037
20. Ambrozic J, Brzan G, Prokselj K, Tul N, Cvijic M, Lucovnik M. Lung and cardiac ultrasound for hemodynamic monitoring of patients with severe pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017; 49 (1): 104 - 109. DOI: 10.1002/uog.17331
21. Williamson C, Co I, Pandey A, Thompson G, Rajajje V. Accuracy of daily lung ultrasound for the detection of pulmonary edema following subarachnoid hemorrhage. *Neurocritical care.* 2016; 24: 189 - 196. DOI: 10.1007/s12028-015-0161-6
22. Garbella E, Catapano J, Pratali L, Pingitore A. Pulmonary edema in healthy subjects in extreme conditions. *Pulmonary Med.* 2011; Article ID 275857. DOI: 10.1155/2011/275857
23. Yang W, Wang Y, Qiu Z, Huang X, Lv M, Liu B *et al.* Lung ultrasound is accurate for the diagnosis of high altitude pulmonary edema: a prospective study. *Canadian Respiratory Journal.* 2018; Article ID 5804942. DOI: 10.1155/2018/5804942
24. Patrician A, Pernet F, Lodin A, Schagatay E. Association between arterial oxygen saturation and lung ultrasound B-lines after competitive deep breath-hold diving. *Front Physiol.* 2021; 12: Article ID 711798. DOI: 10.3389/fphys.2021.711798
25. Hardstedt M, Sella C, Kristiansson L, Lundqvist D, Klingberg C. Swimming Induced Pulmonary Edema Diagnostic criteria validated by lung ultrasound. *Chest.* 2020; 158(4): 1586 - 1595. DOI: 10.1016/j.chest.2020.04.028
26. Gargani L. Lung ultrasound: a new tool for the cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound.* 2011; 9: 6 - 15. DOI: 10.1186/1476-7120-9-6
27. Lichtenstein D, Meziere G. A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med.* 1998; 24: 1331-1334. DOI: 10.1007/s001340050771
28. Lichtenstein D, Meziere G. 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
29. Picano E, Gargani L, Gheorghide M. Why, when

- and how to assess pulmonary congestion in heart failure: pathophysiological, clinical and methodological implications. *Heart Failure Rev.* 2010; 15: 63-72. DOI: 10.1007/s10741-009-9148-8
30. Nuñez J, Espriella R, Rossignol P, Voors A, Mullens W, Metra M *et al.* Congestion in heart failure: a circulating biomarker-based perspective. A review from the biomarkers working group of the Heart Failure Association, European Society of Cardiology. *Heart Fail.* 2022; 24(10): 1751 - 1766. DOI: 10.1002/ejhf.2664
31. Price S, Platz E, Cullen L, Tavazzi G, Christ Mn, Cowie M *et al.* Echocardiography and lung ultrasonography for the assessment and management of acute heart failure. *Nat Rev Cardiol.* 2017; 14(7): 427 - 444. DOI: 10.1038/nrcardio.2017.56
32. Celutkiene J, Lainscak M, Anderson L, Gayat E, Grapsa J, Harjola V *et al.* Imaging in patients with suspected acute heart failure: timeline approach position statement on behalf of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2020; 22 (2): 181-195. DOI: 10.1002/ejhf.1678
33. Bozkurt B, Coats A, Tsutsui H, Abdelhamid M, Adamopoulos S, Albert N. Universal Definition and Classification of Heart Failure. *J Cardiac Failure.* 2021; 27(4): 388-412. DOI: 10.1002/ejhf.2115
34. Metra M, Adamo M, Tomasoni D, Mebazza A, Bayes-Genis A, Abdelhamid M *et al.* Pre-discharge and early post-discharge management of patients hospitalized for acute heart failure: a scientific statement by the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *EUR J Heart Fail.* 2023; 25: 1115-1131. DOI: 10.1002/ejhf.2888
35. 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 (EACVI). *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging.* 2023; 24 (12): 1569 - 1582. DOI: 10.1093/ehjci/jead169
36. Bedetti G, Gargani L, Sicari R, Gianfaldoni M, Molinaro S, Picano E. Comparison of prognostic value of Echocardiographic risk score with the thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) and global registry in acute coronary events (GRACE) risk scores in Acute Coronary Syndrome. *Am J Cardiol.* 2010; 106(12): 1709-1716. DOI: 10.1016/j.amjcard.2010.08.024
37. Araujo G, Silveira A, Scolari F, Custodio J, Marques F, Beltrame R. Admission bedside lung ultrasound reclassifies mortality prediction in patients with ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *Circulation: Cardiovascular Imag.* 2020; 13(6): e011203. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.119.010269
38. Ezratti J, Kian W, Wallach N, Sadeh R, Cohen A, Levitas D *et al.* Case Series: Point of care ultrasound on oncology in-patients with respiratory abnormalities. *OMICS J Radiol.* 2020; 9(3): 316 - 321. DOI: 10.4172/2167-7964.1000316
39. Miles M, Islam S. Point of care ultrasound in thoracic malignancy. *Ann Transl Med.* 2019; 7(15): 350 - 60. DOI: 10.21037/atm.2019.05.53
40. Singh Y, Tissot C, Fraga M, Yousef N, Gonzalez R, Lopez J *et al.* International evidencia-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Critical Care.* 2020; 24: 65-81. DOI: 10.1186/s13054-020-2787-9
41. Liu J, Copetti R, Sorantin E, Lovrenski J, Rodríguez J, Kurepa D, *et al.* Protocol and guidelines for Point of Care Lung Ultrasound in diagnosing neonatal pulmonary diseases based on International Expert Consensus. *JoVE.* 2019; 145: e58990. DOI: 10.3791/58990
42. 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
43. Rinaldi L, Milione S, Fascione MC, *et al.* Relevance of lung ultrasound in the diagnostic algorithm of respiratory diseases in a real-life setting: A multicentre prospective study. *Respirology.* 2020; 25(5): 535 - 542. DOI: 10.1111/resp.13659
44. Nazerian P, Volpicelli G, Gigli C, *et al.* Diagnostic Performance of Wells Score Combined With Point-of-care Lung and Venous Ultrasound in Suspected Pulmonary Embolism. *Acad Emerg Med.* 2017; 24(3): 270 - 280. DOI: 10.1111/acem.13130
45. Lichtenstein D, Mézière G, Biderman P, Gepner A, Barré O. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997; 156(5): 1640 - 1646. DOI: 10.1164/ajrccm.156.5.96-07096
46. Lichtenstein DA, Lascols N, Mezière G, Gepner A. Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med.* 2004. 30(2): 276-281. DOI: 10.1007/s00134-003-2075-6
47. Chandra S and Narasimhan M. Pleural Ultrasonography. *Crit Care Med.* 2010; 3 (1): 26-32. DOI: 10.2174/1874828701003010026
48. Targhetta, Rémi, Bourgeois J-M, Chavagneux R, Marty-Double C, Balmes P. Ultrasonographic approach to

- diagnosing hydropneumothorax. *Chest*. 1992; 101(4): 931-4. DOI:10.1378/chest.101.4.931
- 49.Koenig SJ, Narasimhan M, Mayo PH. Thoracic ultrasonography for the pulmonary specialist. *Chest*. 2011; 140(5): 1332-1341. DOI: 10.1378/chest.11-0348
- 50.Matthay MA, Arabi Y, Arroliga AC, *et al*. A New Global Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2023; 209(1): 39-47. DOI: 10.1164/rccm.202303-0558WS.
- 51.Bouhemad B, Liu ZH, Arbelot C, *et al*. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reoxygenation in ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med*. 2010; 38(1): 84-92. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181b08cdb
- 52.Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, Arbelot C, Lu Q, Rouby JJ. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011; 183(3): 341 -347. DOI: 10.1164/rccm.201003-0369OC
- 53.Wang XT, Ding X, Zhang HM, *et al*. Lung ultrasound can be used to predict the potential of prone positioning and assess prognosis in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2016; 20(1): 385 - 393. DOI: 10.1186/s13054-016-1558-0
- 54.Ferrari G, De Filippi G, Elia F, Panero F, Volpicelli G, Aprà F. Diaphragm ultrasound as a new index of discontinuation from mechanical ventilation. *Crit Ultrasound J*. 2014; 6(1): 1-6. DOI: 10.1186/2036-7902-6-8
- 55.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(7): 2064 -2072. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31824e68ae
- 56.Lichtenstein, Daniel A *et al*. A-lines and B-lines: lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill. *Chest* vol. 2009; 136(4): 1014-1020. DOI: 10.1378/chest.09-0001
- 57.Volpicelli G, Skurzak S, Boero E, *et al*. Lung ultrasound predicts well extravascular lung water but is of limited usefulness in the prediction of wedge pressure. *Anesthesiology*. 2014; 121(2): 320 - 327. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000300
- 58.Mittal AK, Gupta N. Intraoperative lung ultrasound: A clinicodynamic perspective. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2016; 32(3): 288-297. DOI: 10.4103/0970-9185.188824
- 59.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): 625-627. DOI:10.1111/echo.14664
- 60.Wang M, Luo X, Wang L, Estill J, Lv M, Zhu Y *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*. 2021; 11(8): 1351-62. DOI:10.3390/diagnostics11081351
- 61.Volpicelli G, Gargani L. Sonographic signs and patterns of COVID-19 pneumonia. *Ultrasound J*. 2020; 12(1): 1-3. DOI:10.1186/s13089-020-00171-w
- 62.Volpicelli G, Lamorte A, Villen T. What's new in lung ultrasound during COVID-19 pandemic. *Intensive Care Med*. 2020; 46: 1445-1448. DOI: 10.1007/s00134-020-06048-9
- 63.Pallarés J, Aldeyturriaga J, Cases E, Cordovilla R. Recomendaciones de consensos SEPAR-AEER sobre la utilidad de la ecografía torácica en el manejo del paciente con sospecha o infección confirmada con COVID-19. *Arch Bronconeumol*. 2020; 56(S2): 27-30. DOI:10.1016/j.arbres.2020.03.019.

Recibido: 04 de octubre de 2023
Aprobado: 17 de noviembre de 2023