

Revisión

Utilidad de la Ecografía pulmonar en la enfermedad COVID-19

Keith Albert Foo Gil, **José Carlos Sánchez Sánchez, ***Jackeline Lucia Carrera Sieiro, **Javier Fidalgo López, *José Manuel Solla Camino, *Manuel Devesa Muñiz, *Aquilino Vázquez Fernández.*

**Centro de salud Allariz .Ourense*

*** Servicio de Anestesiología y reanimación, Complejo Hospitalario Universitario de Ourense.*

**** Centro de salud Los Alpes. Madrid.*

*****Hospital de Poniente, El Ejido. Almería
Grupo de trabajo – ECOSEMG Galicia.*

La ecografía pulmonar ha evolucionado significativamente en los últimos años con respecto a sus aspectos teóricos y operativos. Uno de los aspectos característicos de la ecografía pulmonar es la capacidad de definir las alteraciones que afectan la relación entre el tejido y el aire en las capas más superficiales del pulmón.

Aunque la ecografía normalmente sólo consigue acceder a la zona superficial de los pulmones, la mayor parte de la patología pulmonar se manifiesta en estas zonas. Cuanto más patológico es un pulmón, más manifestaciones ecográficas tiene y más fácil de interpretar es la imagen ecográfica que se obtiene. Se sabe que existe una distribución gravitacional de la patología pulmonar y pleural. El aire va hacia arriba, por ejemplo, en el neumotórax, y el líquido y las condensaciones, hacia abajo, como el derrame pleural o la neumonía. En pacientes en decúbito supino, la disposición ecográfica es que lo más cercano a la sonda corresponde a las zonas anteriores del tórax, y lo más alejado de la sonda corresponde a las zonas posteriores.¹

En la Ecografía pulmonar vamos a encontrar patrones de artefactos que se van a correlacionar con determinadas patologías. Por tanto, la evolución de un pulmón normal y perfectamente aireado hacia un pulmón patológico, es decir, condensado y sin aire, está relacionado con una serie de patrones patológicos ecográficos evolutivos que van desde etapas leves a etapas severas con importante distrés respiratorio.

En cuanto a los fundamentos básicos de la ecografía,

describimos la línea pleural normal que representa la superficie pulmonar, así llegamos al primer artefacto ecográfico, el de reflexión, por tanto, los ultrasonidos reflejados en el medio aéreo vuelven hacia la sonda atravesando de nuevo los tejidos por los que ya han pasado. Si la superficie del pulmón es muy regular y perpendicular al haz de incidencia de los ultrasonidos, pueden producirse artefactos de reflexión especular y de reverberación.

Por tanto, este fenómeno de persistencia acústica que se genera cuando una parte de los ultrasonidos van y vuelven al chocar repetidamente con dos interfaces sucesivas se le conoce como líneas A. (Figura 1) (VIDEO 1)

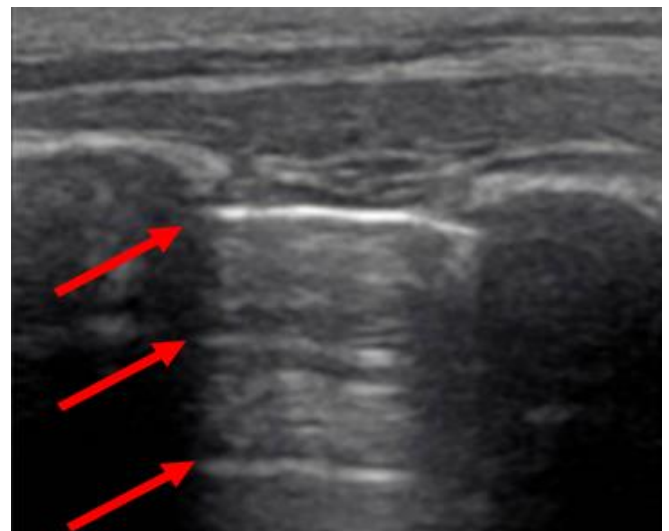


Figura 1. líneas A.

VÍDEO 1

El segundo artefacto importante de esta exploración se observa cuando se altera la relación entre el aire, tejido, fluidos y otros componentes biológicos, es decir el pulmón pierde su reflexión especular y reverberación habitual; esto constituye las líneas B que se observa cuando hay dos superficies muy cercanas con gran cambio de impedancia entre ellas (Por ejemplo, en un lobulillo pulmonar secundario aireado rodeado de zonas ocupadas por líquido o pus). Siendo ecográficamente líneas hiperecogénicas verticales que parten desde la pleura y alcanzan el final de la pantalla (Artefacto en cola de cometa). (Figura 2).²

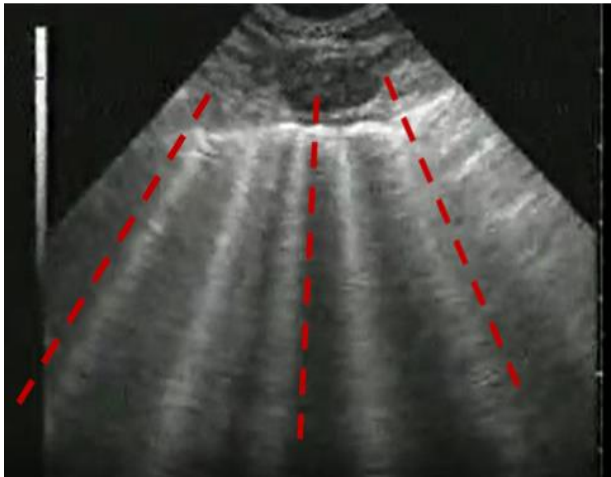


Figura 2. líneas B.

VÍDEO 2

Y el tercer artefacto a identificar son las consolidaciones parenquimatosas, que se van a observar cómo zonas generalmente hipoecogénicas en el parénquima pulmonar. En las fases iniciales el pulmón se muestra difusamente hipoecogénico, con respecto al hígado, con márgenes superiores regulares (en contacto con la pleura) y un borde inferior irregular (delimitando la condensación con el parénquima “sano” aireado); con imágenes lineales ramificadas hiperecogénicas en su interior, que corresponden a broncograma aéreo, que se traduce como aumento de la densidad pulmonar subpleural (en ausencia de tejido consolidado). Cuando progresa esta densidad pulmonar subpleural a valores por encima de 1 gr/ml (sobre el tejido sólido) es cuando aparece finalmente la consolidación pulmonar. (Figura 3) (VIDEO 3).³

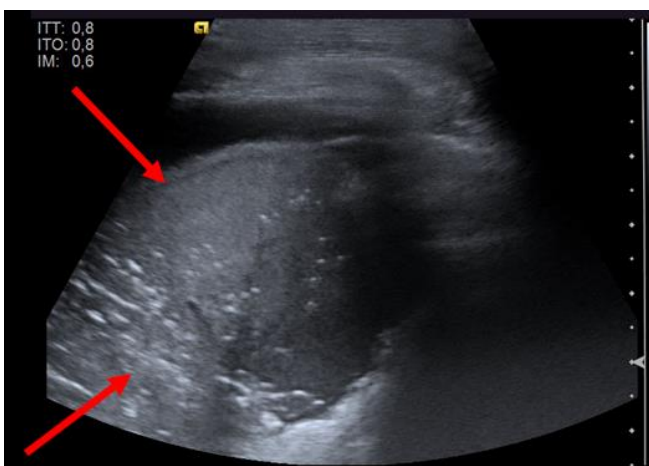


Figura 3. Consolidación / Neumonía Broncograma.

VÍDEO 3

Así mismo, el clínico a través de la ecografía torácica podrá identificar los aumentos de densidad pulmonar subpleural, sobre todo en ese punto intermedio entre un pulmón normal y un pulmón ya consolidado. El estudio de los estos patrones ecográficos muestra una alta sensibilidad en casos con enfermedad pulmonar intersticial e intersticial-alveolar. Información confirmada y estudiada en gran cantidad de estudios de SDRA /Síndrome de distrés respiratorio agudo.⁴

El reciente brote de neumonía que se propagó desde Wuhan, China, en diciembre de 2019, es causado por la nueva infección por coronavirus SARS-COV-2 llamada actualmente como COVID-19. Esta pandemia actualmente está azotando muchos países del mundo, y en particular en nuestro país, situando a España entre los primeros más afectados, lo que representa un serio desafío para la salud pública y la eficiencia de las estructuras de atención médica.⁵

Los hallazgos histopatológico iniciales de la neumonía por COVID-19 están caracterizados por daño alveolar, incluyendo edema alveolar, con componente inflamatorio parcheado y leve, encontrándose en algunas ocasiones procesos de reparación y de hiperplasia del neumocito con adelgazamiento intersticial. Posteriormente en fases avanzadas consolidaciones similares a aquellas que cursan con SDRA.

En uno de los estudios más recientemente publicados, Peng et al. (“Chinese Critical Care Ultrasound Study Group”) lograron encontrar en una cohorte de 20 pacientes un patrón ecográfico característico (Tabla 1).⁶

Tabla 1. HALLAZGOS ECOGRAFICOS CARACTERISTICOS⁶

1. Adelgazamiento de la línea pleural con irregularidad de la línea pleural.
2. Líneas B con variabilidad de patrones que incluyen: focal, multifocal y confluyente.
3. Consolidaciones con variedad de patrones que incluyen: pequeños multifocales, translobar y no translobar con ocasionales signos de broncograma.
4. Aparición de líneas A durante la fase de recuperación
5. Efusiones pleurales infrecuentes.

Tabla 1.

Los patrones ecográficos se observaron en una línea evolutiva que va desde el patrón intersticial alveolar leve hasta el patrón intersticial bilateral severo y la consolidación pulmonar. La tabla 2 resume los hallazgos típicos de la ecografía pulmonar en pacientes con enfermedad respiratoria COVID-19 en comparación con los hallazgos de la TC de tórax. (Tabla 2)^{6,7}

TAC DE TORÁX	ECOGRAFIA TORACICA
Adelgazamiento de la pleura	Adelgazamiento de la línea pleural.
Patrón de vidrio esmerilado y efusión	líneas B (Multifocal, discreta o confluyente)
Patrón de infiltrado pulmonar	Confluencia de líneas B.
Consolidación subpleural	Pequeñas consolidaciones (centrómerico)
Consolidación translobar	Ambos: Consolidación translobar y no translobar.
Efusión pleural rara	Efusión pleural rara.
Mas de 2 lóbulos afectados	Distribución multilobar
En los estadios iniciales las imágenes son normales o imágenes con patrones atípicos.	Líneas B focales en estadios tempranos y leves de la enfermedad, con patrones de síndrome intersticial alveolar en estadios avanzados. líneas A puede encontrarse en estado de convalecencia

Tabla 2. Características del TAC y ECOGRAFICAS de la Neumonía por COVID-19

TÉCNICA DE VALORACIÓN ECOGRÁFICA PULMONAR

- Primeramente se tomaran todas las indicaciones protocolares de protección y posterior procedimiento de limpieza y cuidados de los equipos resumido en el (ANEXO 1),
- La técnica de la exploración ecográfica del tórax se basa no sólo en la visualización de imágenes generadas por ultrasonidos que se corresponden con distintas entidades patológicas (condensaciones pulmonares, derrame pleural) sino también en la detección de artefactos que o bien descartan patología (líneas B que descartan la existencia de Neumotórax) o bien la indican (punto pulmón que lo diagnostica). Es importante mencionar que aquellas lesiones parenquimatosas que no contactan con la pleura y que están circundadas por parénquima pulmonar sano, serán invisibles a la exploración por ecografía. Sin embargo, estadísticamente la mayoría de las lesiones pulmonares son accesibles a los ultrasonidos.
- Primeramente, la valoración inicial, (historia clínica, constantes vitales: TA, SatO2, FR, FC; auscultación) con el paciente en sedestación.
- En general se usa una sonda recta (lineal de alta frecuencia) para explorar zonas superficiales (costillas, musculatura intercostal, pleura) y una convexa o sectorial (de baja frecuencia) para explorar partes profundas (parénquima pulmonar). La mayoría de los equipos modernos vienen con configuraciones preestablecidas y suelen incluir software para la exploración de la pared torácica y el parénquima pulmonar. Aunque modificando parámetros de programación como la profundidad y la

frecuencia es posible usar una sonda convexa para estudiar zonas superficiales, en el siguiente esquema se explica qué transductores están indicados para cada tipo de exploración. La sonda utilizada será la lineal, realizando mayoritariamente cortes perpendiculares a las costillas (transversal sólo en situaciones concretas). En caso de no disponer de la misma se realizará con sonda cóncav, aunque los artefactos pleurales/subpleurales serán más difíciles de valorar. Lógicamente para valorar parénquima (buscar líneas B) es mejor la sonda cóncav, aunque se evitará el cambio de sondas para minimizar la probabilidad de contagio. Se intentará dar profundidad a la sonda lineal para valorar líneas B.

- El paciente puede ser explorado sentado o en decúbito dependiendo de su condición clínica. Se hará una exploración estándar y si es posible se evaluarán las regiones dorsales con el paciente sentado y las regiones anteriores con el paciente en decúbito. Si el paciente no se puede sentar se evalúan las regiones dorsales en decúbito lateral.

En pacientes intubados es posible que únicamente se pueda valorar las regiones anteriores y laterales.

- Una exploración global se consigue explorando el tórax en un plano longitudinal desde vértices a diafragmas a lo largo de sus líneas anatómicas (paraesternal, medio-clavicular y paravertebral) así como en un plano transversal a lo largo de los espacios intercostales. Es posible centrar más detenidamente la exploración en la zona sintomática, por ejemplo, en el lugar donde el paciente se queje de dolor pleurítico, o en la zona patológica a la auscultación. En cualquier caso, siempre hay que realizar un examen completo.
- Se debe tener desactivado el doble armónico y tisular (THI).
- Tiempo de duración de la exploración: se recomienda entre 5 - 8 min aproximadamente dependerá de la experiencia del explorador.
- Se explorará primeramente los campos anteriores dividiendo cada hemitórax en 6 zonas: 2 anteriores, 2 laterales (limitadas verticalmente por línea axilar anterior y posterior) y 2 posteriores; haciendo un barrido en cada una de ellas. En total se explorarán 12 zonas (en base a los estudios realizados hasta la actualidad), se explorará con especial atención la valoración de las bases pulmonares y zonas posteriores (PLAPS) donde el COVID afecta alrededor de un 80%. (Figura 4)
- De existir limitación en tiempo para la exploración se priorizará los cortes posteriores y bibasales/laterales e inclusive realizar la exploración ecográfica donde encontremos una auscultación patológica durante la valoración inicial. (Figura 5)
- Posteriormente anotar la zona afectada y los hallaz-

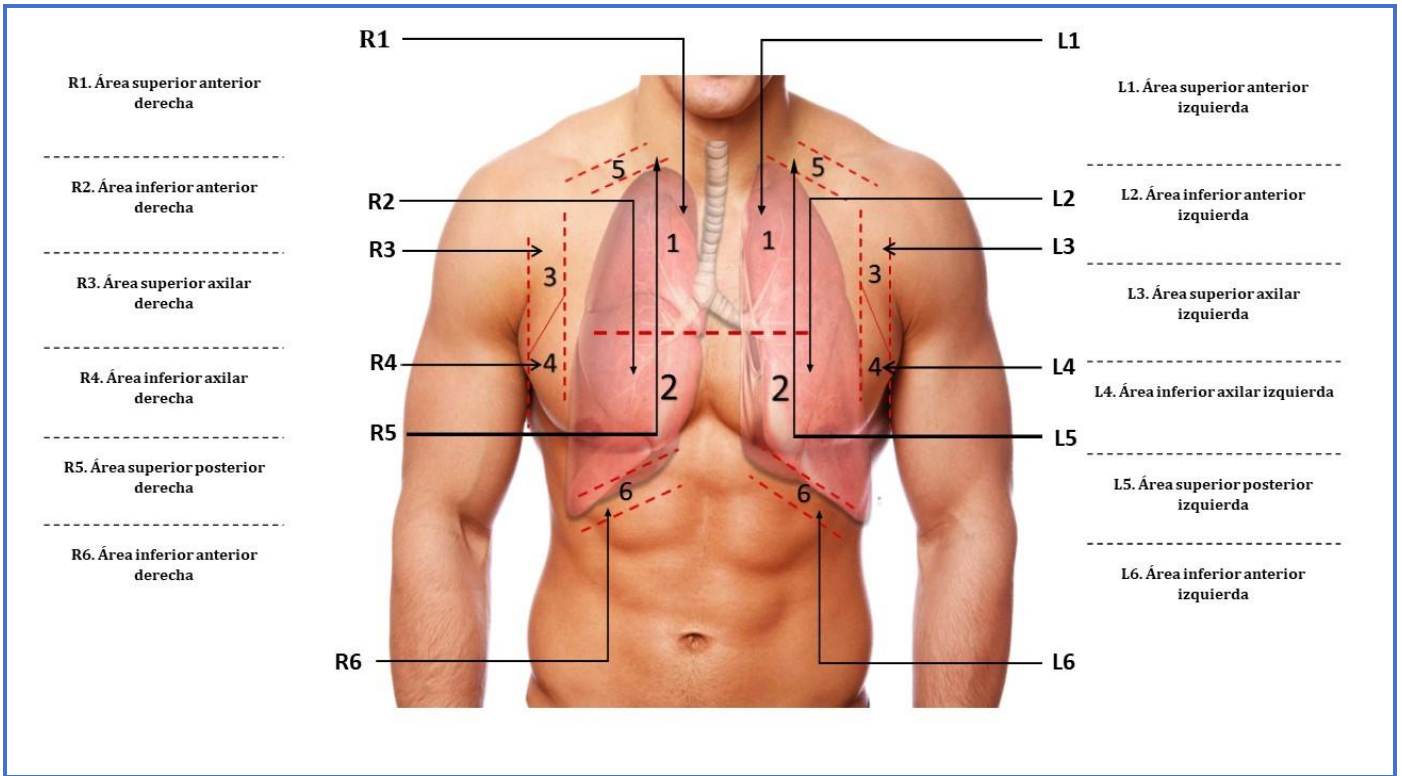


FIGURA 4

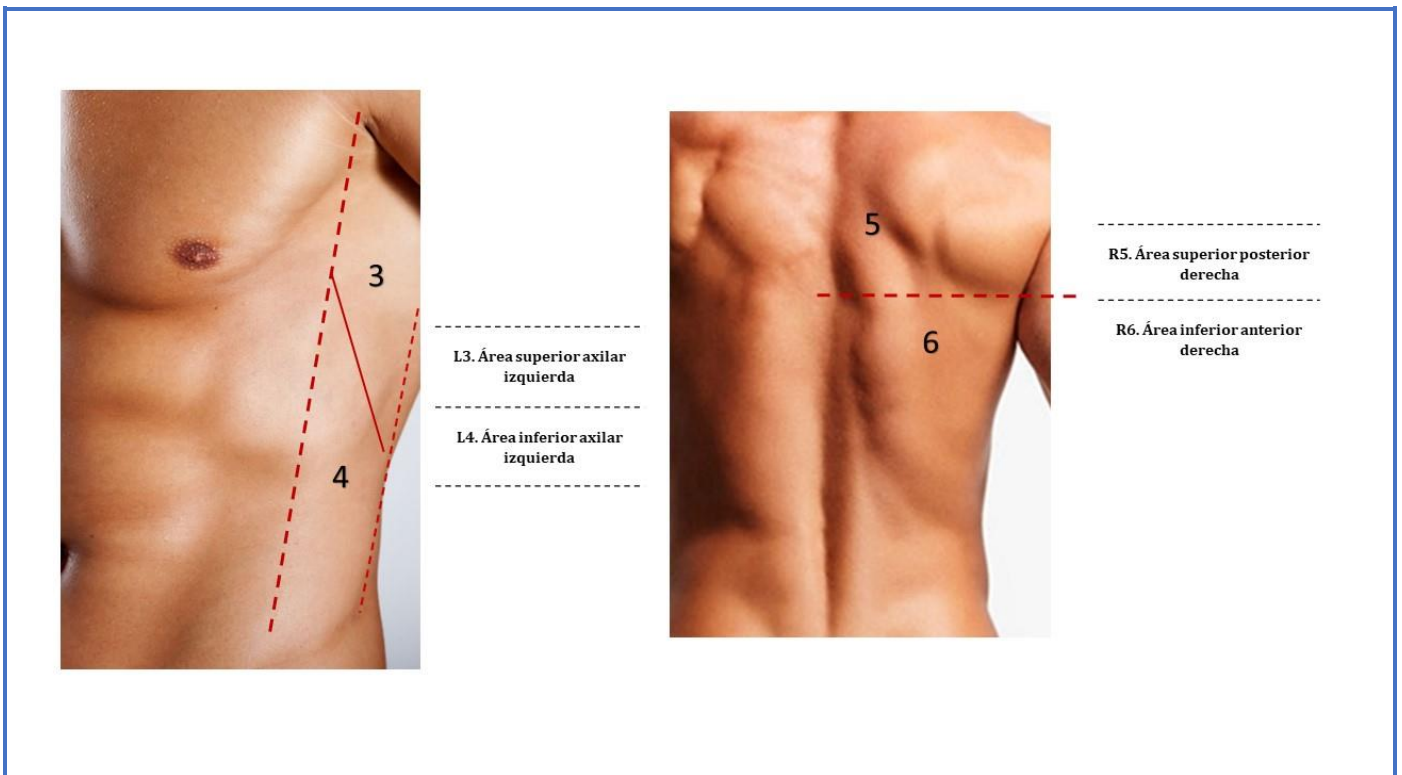


FIGURA 5

gos ecográficos encontrados, ya que así podremos establecer un patrón evolutivo tanto para la gravedad como para la mejoría clínica.

Los hallazgos ecográficos característicos del COVID-19 / SDRA parece que están íntimamente relacionados con el estadio de la enfermedad, la severidad del daño pulmonar y sus comorbilidades. Por lo anteriormente expuesto se establece los siguientes criterios. (tabla 3)⁸

CRITERIOS ECOGRÁFICOS DE NORMALIDAD
Líneas A Línea pleural regular no engrosada con deslizamiento.
CRITERIOS ECOGRÁFICOS DE AFECTACIÓN PULMONAR/ NEUMONÍA POR COVID
Los hallazgos ecográficos normalmente se visualizan de forma precoz, mucho antes que es los estudios radiológicos convencionales. Debemos tener en cuenta que la ecografía es mucho más sensible que la radiografía; posiblemente diagnostiquemos a muchos pacientes (especialmente jóvenes con cuadros leves-moderados) que pasarían como falsos negativos en la Rx tórax. Precisamente por este motivo es especialmente útil en atención primaria donde un porcentaje importante de los pacientes no tienen criterios de ingreso o de gravedad. En ocasiones, los hallazgos ecográficos son más precoces, por lo que habrá que valorar consecuentemente los hallazgos (por ejemplo: paciente clínicamente bien sin criterios de alarma, pero con consolidaciones subpleurales, que son un dato ecográfico de gravedad: siendo un paciente teóricamente de ingreso).
CRITERIOS ECOGRÁFICOS DE GRAVEDAD
Debido al comportamiento clínico SDRA, se pudiera concluir que en los estados de consolidación pulmonar, son los estadios de mayor gravedad de la enfermedad.

Tabla 3.

PROTOCOLO DE ACTUACIÓN SEGÚN HALLAGOS ECOGRÁFICOS Y CLÍNICOS. (FIGURA 6)

Es importante la correlación clínica y ecográfica:

- **Leve:** líneas B7 focales. Ausencia de consolidaciones o líneas B3, ausencia de líneas B que confluyen. Línea pleural normal o ligeramente engrosada.
- **Moderada:** líneas B3, consolidaciones subpleurales/parenquimatosas pequeñas, irregularidades leves de pleura.
- **Grave:** Abundantes líneas B3/B7, consolidaciones subpleurales generalizadas, irregularidades evidentes de la pleura.

(Codificación B3: Si separación de 3mm entre las líneas B, a la altura de línea pleural)

(Codificación B7: Si separación de 7 mm entre las líneas B (a la altura de línea pleural)

CONSIDERACIONES GENERALES EN LA INTERPRETACIÓN

- **Si ecografía normal:** la radiografía será normal con seguridad (por la alta sensibilidad de la ecografía sobre el estudio radiológico convencional). Podemos evitar en estos casos hacer Rx tórax con seguridad. Eliminamos la duda diagnóstica y el paciente se puede seguir telefónicamente.
- **Si ecografía patológica:**
 - o **Con Rx tórax normal** (puede ocurrir porque los cambios sean leves o sean incipientes; en ocasiones como cualquier prueba pueden existir falsos positivos). Según qué tipo de hallazgos ecográficos y la clínica del paciente tomaremos decisiones correspondientes.
 - o **Con Rx tórax alterada:** continuar decisiones según protocolo habitual.
- Si se observan consolidaciones subpleurales (implica neumonía con riesgo de complicación):
 - o A pesar de tener buen estado general se recomienda derivar directamente a Urgencias para valorar ingreso hospitalario y seguimiento presencial.
 - o Si excelente estado general (raro con los hallazgos) valorar hacer Rx tórax previa a derivación por si se pudiese evitar ingreso hospitalario.
- Si se observan líneas B7 y buen estado general. clínicamente estable (Sat>96% sin taquipnea sin taquicardia) sin factores de riesgo: Vigilancia estrecha telefónica con posibilidad de revaloración presencial para ver evolución de líneas B.
- Si se observan líneas B3 abundantes, no focales, con tendencia a fusionarse: criterio para enviar directamente a Urgencias o pedir Rx tórax (si posee buen estado general con vigilancia estrecha.)
- Ante cualquier paciente con signos/síntomas de alarma se hará ecografía pulmonar.

CONCLUSIONES

A partir de la evidencia clínica actual podemos considerar que los patrones clínicos - ecográficos parecieran se características en los pacientes con neumonía por Coronavirus SARS-COV-2. Pudiendo concluir que la primera manifestación estaría representada por un patrón intersticial parcheado, siendo único, multifocal y/o con artefactos verticales confluyentes. Progresivamente estos patrones se extienden a múltiples áreas de la superficie pulmonar. Siendo la evolución más avanzada la presencia de pequeñas consolidaciones subpleurales que progresan hasta la consolidación total preferentemente en zonas pulmonares inferiores con o sin presencia de broncogramas aéreos. Finalmente, su extensión a toda la superficie pulmonar estaría relacionado con el grado de insuficiencia respiratoria requiriendo así soporte ventilatorio invasivo. La ecografía pulmonar puede ser de utilidad para valorar la evolución de la enfermedad, para monitorizar las maniobras de reclutamiento pulmonar, para guiar la respuesta a la posición prona, el manejo de la oxigenación por membrana extracorpórea, y para tomar decisiones relacionadas con la interrupción del so-

ULTRASONIDO PULMONAR COVID-19

PROTOCOLO DE TRIAGE

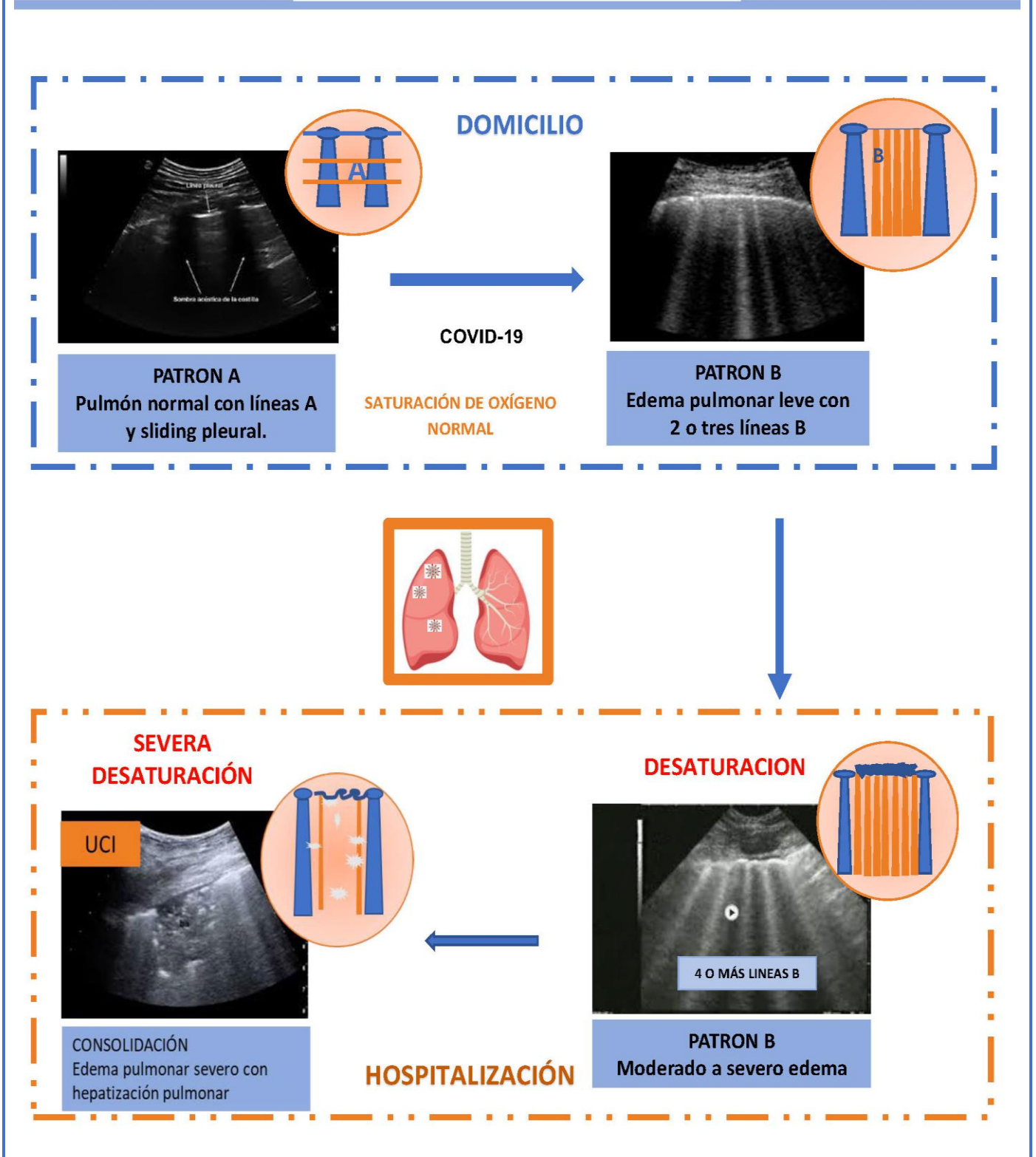


FIGURA 6

porte ventilatorio.

Durante la búsqueda en las bases de datos de estudios clínicos se encontró dos series de casos, el informe de un caso y dos editoriales, que abogan por la introducción de la ecografía pulmonar en el proceso diagnóstico del paciente con sospecha de neumonía por COVID-19. Los motivos que esgrimen los autores son, entre otros, el bajo coste y disponibilidad de la prueba, la posibilidad de realización en el punto de asistencia inicial al paciente (disminuyendo así la exposición a otros entornos y profesionales sanitarios y el traslado del paciente) y el que haya demostrado una precisión diagnóstica no inferior a la radiografía de tórax para el diagnóstico de procesos neumónicos.^{9,10}

Se necesita con mayor prontitud más estudios destinados a determinar realmente el rol diagnóstico y pronóstico del ultrasonido pulmonar en la neumonía por SARS-COV-2 (COVID-19). La ecografía torácica es muy bien conocida por múltiples estudios que es una herramienta útil en el diagnóstico y manejo de múltiples enfermedades torácicas. Es una exploración rápida, inocua (al no usar radiaciones ionizantes) y de bajo coste, que no requiere la movilización del paciente. Siendo superior a otras técnicas (radiografía, TAC) en determinadas afectaciones, y en otras aporta información complementaria.

Es una técnica aparentemente compleja, pero tras el entrenamiento y aprendizaje de los diferentes patrones ecográficos constituye una herramienta valiosa para el estudio de las enfermedades torácicas. Desde el Grupo de trabajo de la ECOSEMG consideramos que la ecografía pulmonar pudiera tener una gran utilidad para el manejo de COVID-19 con afectación respiratoria debido a su seguridad, repetibilidad, ausencia de radiación, bajo coste y la posibilidad de usarla a pie de cama del paciente; la TC de tórax pudiera reservarse para los casos en que la ecografía pulmonar no sea suficiente para la evaluación clínica. Siento también de utilidad para valorar la evolución de la enfermedad, para monitorizar las maniobras de reclutamiento pulmonar, para guiar la respuesta a la posición prona, el manejo de la oxigenación por membrana extracorpórea, y para tomar decisiones relacionadas con la interrupción del soporte ventilatorio

BIBLIOGRAFÍA

1. Diagnóstico ecográfico del neumotórax. A. Lasarte Izcue, JM Navasa Melado, et al. *Radiología Elsevier* 2012.
2. Ecografía pulmonar básica. Parte 1. . Ecografía pulmonar normal y patología de la pared torácica y la pleura. FB de la Quintana Gordon y B. Nacarino Alcorta . *Revista española de Anestesia y Reanimación, Elsevier* 2015.
3. Ecografía pulmonar básica. Parte 2. Patología parenquimatosa .FB de la Quintana Gordon y B. Nacarino Alcorta . *Revista española de Anestesia y Reanimación, Elsevier* 2015.
4. Ecografía torácica. Ivan Volmer y Angel Gayete. *Archivos de bronconeumología. Elsevier*.2009

5. La ecografía torácica en la enfermedad pleuropulmonar.MP Gallego, P garcia Benedito, D Pereira boo y Sanchez Perez. *Radiología. Elsevier* 2012
6. Poggiali E, Dacrema A, Bastoni D, Tinelli V, Demichele E, Mateo Ramos P, Marcianò T, Silva M, Vercelli A, Magnacavallo A. Can Lung US Help Critical Care Clinicians in the Early Diagnosis of Novel Coronavirus (COVID-19) Pneumonia? *Radiology. 2020 Mar 13:200847. [DOI 10.1148/radiol.2020200847*
7. Peng QY, Wang XT, Zhang LN; Chinese Critical Care Ultrasound Study Group (CCUSG). Findings of lung ultrasonography of novel corona virus pneumonia during the 2019-2020 epidemic. *Intensive Care Med. 2020 Mar 12. [DOI 10.1007/s00134-020-05996-6]*.
8. Buonsenso D, Piano A, Raffaelli F, Bonadia N, de Gaetano Donati K, Franceschi F. Point-of-Care Lung Ultrasound findings in novel coronavirus disease-19 pneumonia: a case report and potential applications during COVID-19 outbreak. *Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2020 Mar;24(5):2776-2780.*
9. Buonsenso D, Pata D, Chiaretti A. COVID-19 outbreak: less stethoscope, more ultrasound. *The Lancet Respiratory Medicine (March 20, 2020).*
10. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, Buonsenso D, Perrone T, Briganti DF, Perlini S, Torri E, Mariani A, Mossolani EE, Tursi F, Mento F, Demi L. Is there a role for lung ultrasound during the COVID-19 pandemic? *J Ultrasound Med. 2020 Mar 20. [DOI 10.1002/jum.15284]*.
11. A preliminary study on the ultrasonic manifestations of peripulmonary lesions of non-critical novel coronavirus pneumonia (COVID-19) Yi Huang, Sihan Wang, Yue Liu, Yaohui Zhang, Chuyun Zheng, Yu Zheng, Chaoyang Zhang, Weili Min, Ming Yu, Mingjun Hu: *Comparativa entre TAC y ecografía 10.21203/rs.2.24369/v1.*

ANEXO 1

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO Y LIMPIEZA DEL MATERIAL PARA LA REALIZACIÓN DE LA ECOGRAFÍA PULMONAR EN PACIENTE CON COVID-19

- Para el personal: mascarilla FFP2, EPI, guantes; siguiendo las recomendaciones dadas desde Atención Primaria/Preventiva.
- Para el ecógrafo (incluido cable de la sonda): lavado primeramente con detergente enzimático y después con alcohol 96%; previa y posteriormente; para todo el ecógrafo salvo la sonda.
- Para la sonda: virucida 99% sin alcohol (Clinell).
- Además, de forma opcional podrá realizarse la ecografía cubriendo la sonda con preservativo, que se desechará tras valorar a cada paciente. La calidad de la imagen no empeora y es una medida de protección más para la sonda, minimizando por completo el riesgo de contagio; aunque supone un gasto extra.
- La zona de apoyo de la sonda en el ecógrafo será limpiada con detergente enzimático y alcohol 96%. Además será cubierta con un guante, que se desechará tras cada paciente de forma que se evite en la medida de lo posible el contacto entre el mango de la sonda y el ecógrafo.
- Tras cada jornada, se lavará además el ecógrafo con lejía rebajada con agua (1:50), siguiendo las recomendaciones del Ministerio de Sanidad.
- El ecógrafo estará en todo momento en la consulta reservada para atención a sospecha de COVID. (Actualmente no se está usando para otras patologías ya que el centro de salud atiende prácticamente en exclusiva sospechas de infección por COVID).
- Previo a la realización: lavado de manos con agua y jabón. Se lavará primero con detergente enzimático (opcional) y después con alcohol 96% toda la superficie del ecógrafo incluyendo el cable y la zona de apoyo del ecógrafo, exceptuando la sonda. La sonda se limpiará con Clinell.
- Durante la realización: se hará la exploración con la mano “sucias” en contacto con el paciente evitando tocar el resto del ecógrafo en la medida de lo posible. La otra mano (“limpia”) quedará para el manejo del ecógrafo (amplitud, ganancia, zoom,...).
- Tras la realización: se volverá a lavar de nuevo con alcohol 96%. Lavado de manos.
- Se esperará como mínimo a que el ecógrafo se haya secado tras el procedimiento de desinfección antes de reiniciar el proceso.