

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA
Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí"



Título: “Ecografía pulmonar en pacientes graves. Unidad de Cuidados Intensivos, Instituto “Pedro Kourí”, enero 2021 – 2023.

Autor: *Dr. Enrique Lama Fernández*

Tutora: *Dra. Lilia María Ortega González DrC.*

Asesora: *Dra. Odalys Marrero Martínez. MsC*

Tesis para optar por el título de Máster en Infectología y Enfermedades Tropicales.

IPK-2024

RESUMEN

Introducción: La ecografía del paciente crítico ha cambiado la práctica médica, pues el paradigma tradicional ha mutado a un paradigma sustentado en ella. La ecografía pulmonar, ha ganado un lugar vital en el arsenal diagnóstico de la medicina intensiva. **Objetivo:** Explorar la utilidad de la ecografía pulmonar para el diagnóstico y evolución de pacientes hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Centro Hospitalario del IPK. **Método:** Se realizó un estudio prospectivo de corte transversal con componente analítico en pacientes graves ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Centro Hospitalario del Instituto “Pedro Kouri”, a los que se les realizaron estudios de ecografía pulmonar; en el periodo comprendido de enero del 2021 a diciembre del 2023. **Resultados:** Los pacientes con COVID 19 graves estudiados fueron masculinos, mayores de 50 años e hipertensos que desarrollaron un síndrome hiperinflamatorio. El patrón pulmonar B1 y el compromiso moderado de la aireación, constituyeron las alteraciones ecográficas pulmonares habituales en los casos estudiados. Los enfermos con compromiso severo de la aireación pulmonar por ecografía se asociaron con cuadros de hipoxia severa y evolución desfavorable. **Conclusiones:** La ecografía pulmonar y el score para valorar la aireación pulmonar constituyen una herramienta invaluable para evaluar y predecir una peor oxigenación y la evolución clínica desfavorable de los enfermos.

Palabras claves: Ecografía pulmonar, score de ecografía pulmonar, COVID-19.

LISTADO DE ABREVIATURAS

B

BLUE: Ultrasonido pulmonar a pie de cama en Emergencias (por sus siglas en inglés Bedside Lung Ultrasound in Emergency)

C

CH-IPK: Centro hospitalario de Instituto "Pedro Kouri"

CVC: Catéter venoso central.

COVID –19: Enfermedad por coronavirus de 2019. (por sus siglas en inglés *Coronavirus Disease 19*)

CEUS: ultrasonido con contraste endovenoso (por sus siglas en inglés ultrasound endovenosal contrast)

CCE: ecocardiografía en cuidados críticos (por sus siglas en inglés ecocardiography in critical care)

CV: Cardiovascular

E

EP: Ecografía pulmonar

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

EAC: Enfermedad arterial coronaria.

ERC: Enfermedad renal crónica

TEP: Tromboembolismo pulmonar

FiO2: Fracción inspirada de oxígeno

G

GCCU: ecografía en cuidados críticos general (por sus siglas en inglés ultrasonography in critical care general)

I

IC: Insuficiencia cardiaca.

IRA: Insuficiencia respiratoria aguda.

IA: Inteligencia artificial

IMSS: Instituto mexicano de seguridad social

N

NICE: Instituto Nacional de Excelencia Clínica

NAV: Neumonía asociada a la ventilación.

O

OR: Razón de productos cruzados (por sus siglas en inglés *odds ratio*)

P

PEEP: Presión positiva al final de la espiración(por sus siglas en inglés *positive end-expiratory pressure*)

PRE: Prueba de respiración espontánea.

PUMED: Portal gratuito de la biblioteca nacional de medicina(por sus siglas en inglés *National Library of Medicine*)

PaO₂: Presión arterial de oxígeno

S

SDRA: Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo

SIDA: Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida

SARS –CoV –2: Coronavirus del tipo 2 causante del síndrome respiratorio agudo severo.

SOFA: Escala evaluación de fallo orgánico secuencial (por sus siglas en inglés *Sepsis related Organ Failure Assessment*)

Score USP: Escala de aireación pulmonar (por sus siglas en inglés *score lung ultrasound*)

T

TAC: Tomografía axial computarizada.

TARGA: Tratamiento antirretroviral de gran actividad

TET: Tubo endotraqueal

TNF: Factor de necrosis tumoral (por sus siglas en inglés *Tumoral necrosis factor*)

U

USP: Ultrasonido pulmonar

UCI: Unidad de cuidados intensivos.

V

VIH: Virus de Inmunodeficiencia Humana

VMA: ventilación mecánica artificial

W

WIPO: Edema pulmonar inducido por el destete (por sus siglas en inglés weaning-induced pulmonary edema)

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	5
MARCO TEÓRICO	6
MATERIAL Y MÉTODOS.....	23
RESULTADOS Y DISCUSION	31
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

INTRODUCCIÓN

La ecografía del paciente crítico ha cambiado la práctica médica, pues el paradigma tradicional ha mutado a un paradigma sustentado en ella. Desde hace pocos años la ecografía pulmonar, un método descartado en sus inicios para el estudio imagenológico del pulmón y sus cubiertas, ha ganado un lugar vital en el arsenal diagnóstico de la medicina intensiva. Este estudio constituye una herramienta útil para el diagnóstico de diferentes afecciones como: las consolidaciones, las efusiones pleurales, los neumotórax, el síndrome intersticial, entre otras.¹

La ecografía es una técnica de imagen no invasiva que permite explorar diferentes órganos de manera inmediata, constituye un instrumento de alto valor diagnóstico al alcance del profesional de la salud, y es utilizada en todas las especialidades médicas. En los últimos años, la evolución tecnológica ha permitido que los equipos de ecografía sean manejables, movibles y al mismo tiempo de alta resolución, lo que facilita la realización ecográfica a pie de cama. Esta práctica ha cambiado el manejo médico del paciente crítico; específicamente la ecografía pulmonar, examen que debe ser protocolizado en todos los pacientes con enfermedad pulmonar aguda.²

La aproximación a la ecografía torácica es diferente a la abdominal y la ecocardiografía. Las imágenes que se obtienen resultan de la interacción del haz de ultrasonido con la pleura, el parénquima pulmonar y la interface aire-líquido. Las imágenes no se corresponden con ninguna estructura reconocible, sino que los ecos sobre los tejidos generan artefactos. En la ecografía pulmonar se visualizan líneas horizontales o verticales, y hay que conocer lo que representan y en qué enfermedades se producen, pero a su vez, hay que diferenciarlas entre sí para evitar errores.³

Un meta análisis realizado por M. Winkler y su equipo sobre la exactitud diagnóstica de la radiografía de tórax contra la ecografía pulmonar en pacientes críticos, evidenció que la sensibilidad y especificidad de la radiografía de tórax es de 49 y 92 %, respectivamente; por otro lado, la ecografía de tórax presentó una sensibilidad de 95 % y una especificidad de 94 %.⁴

La literatura médica ha demostrado que la tomografía axial computarizada (TAC) es el estándar de oro para la evaluación pulmonar por imagen en el paciente crítico debido a una muy alta sensibilidad y especificidad para la detección de diferentes enfermedades. Sin embargo, este estudio presenta limitaciones prácticas, ya que se trata de un ensayo estático que usualmente conlleva el traslado del enfermo para su ejecución, lo que puede provocar daños y complicaciones al paciente, además de la exposición a la radiaciones (7 mSv de radiación efectiva frente a 0,1 mSv de la radiografía de tórax), mientras la ecografía de tórax permite una evaluación dinámica sin riesgos para el paciente.⁴

En el ensayo conducido por Nazerian y colaboradores en el 2014, se compararon el ultrasonido pulmonar (USP) contra la TAC de tórax para evaluar la exactitud diagnóstica de las consolidaciones pulmonares, y encontraron que, en comparación con la tomografía de tórax, el USP tiene una sensibilidad de 82 a 91 %, y una especificidad de 95 a 97 % sin ser superior a la tomografía de tórax, mostró ser una herramienta confiable para realizar el diagnóstico de consolidaciones pulmonares.⁵

Múltiples estudios publicados colocan a la ecografía pulmonar (EP) o USP en un lugar importante del arsenal de pruebas diagnósticas de patologías en el humano; si reflexionamos acerca de la alta incidencia de afecciones respiratorias específicamente infecciosas, como causa de consultas médicas y a la vez responsables frecuentemente de complicaciones ventilatorias que requieren de manejo de los enfermos en unidades de cuidados intensivos (UCI), apreciaremos la relevancia de este tipo de exploración en el paciente grave.^{6,7}

La pandemia de la COVID 19 expuso un escenario crítico que demostró a las infecciones virales como entidades capaces de producir cuadros de insuficiencia respiratoria y Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo (SDRA), originando una mortalidad elevada.⁸

Otras causas de ingreso en UCI son las dolencias que implican inmunodepresión severa como los casos con enfermedades oncológicas y el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (Sida), infección crónica causada por el Virus de

Inmunodeficiencia Humana (VIH), caracterizada por una alta incidencia de infecciones oportunistas y neoplásicas.⁹

En los pacientes con VIH/Sida uno de los órganos de choque más importantes son los pulmones, sus patologías forman parte de las principales causas de morbilidad y mortalidad. Está documentado que más del 70% de los pacientes sufre alguna complicación respiratoria en el transcurso de su enfermedad, siendo las más frecuentes las de origen infeccioso. Actualmente su comportamiento epidemiológico se ha ido modificando, la neumonía bacteriana es el diagnóstico de infección pulmonar más frecuente en países desarrollados; asimismo se ha observado un aumento importante en las patologías pulmonares no asociadas a VIH/sida. A pesar de que la profilaxis y el tratamiento antirretroviral de gran actividad (TARGA) han reducido la mortalidad, el espectro de las patologías pulmonares sigue siendo muy amplio.¹⁰

Justificación

Esta crítica situación en relación con las enfermedades respiratorias y considerando la atención a pacientes COVID 19 en el periodo de estudio, así como las particularidades de la institución que tiene dentro de sus objetivos fundamentales la atención de enfermedades infecciosas incluyendo los pacientes VIH en situaciones específicas, han despertado especial interés en nosotros, por lo que nos proponemos estudiar el comportamiento de estas afecciones y la utilidad de la ecografía pulmonar como herramienta diagnóstica de vital importancia en el manejo y seguimiento de estos enfermos, lo cual resultará en un beneficio para los pacientes graves atendidos en la UCI del CH-IPK y una reducción de costos hospitalarios.

Preguntas de investigación

¿Cuáles son los patrones ecográficos pulmonares más frecuentes en pacientes admitidos en la unidad de cuidados intensivos del IPK?

¿Resulta una herramienta útil la ecografía pulmonar en el diagnóstico y manejo de los paciente críticos?

OBJETIVOS

Objetivos generales:

- Explorar la utilidad de la ecografía pulmonar para el diagnóstico y evolución de pacientes hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Centro Hospitalario del IPK de enero de 2021 a diciembre 2023.

Objetivos específicos:

- Describir características clínico- epidemiológico de los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Centro Hospitalario del IPK, entre el 2021- 2023.
- Identificar el patrón ecográfico de pacientes que requirieron admisión en la unidad de cuidados intensivos en el periodo de estudio.
- Relacionar las alteraciones de la ecografía pulmonar con la ventilación mecánica, evolución clínica y el grado de hipoxia de los enfermos objetos de la investigación.

MARCO TEÓRICO

El uso de la ecografía para la exploración del tórax fue descrito por primera vez en 1968 por Ross et al. Sin embargo no fue hasta la década de 1990 cuando Lichtenstein desmintió la suposición clásica de que los pulmones no eran evaluables con ecografía¹¹. En las últimas dos décadas, la ecografía torácica y diafragmática se ha convertido en una herramienta crucial para el diagnóstico y el seguimiento, y para la orientación en procedimientos invasivos ,en cualquier Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).¹²

La integración de la ecografía de cabecera en la actividad clínica diaria de los intensivistas podría reducir el riesgo de exposición a la radiación, la necesidad de transporte del paciente y los costos hospitalarios y puede redirigir el manejo del paciente¹³

La ecografía pulmonar (EP) es una modalidad de imagen que podría afectar la toma de decisiones del médico después de la evaluación clínica de un paciente y acelera los cambios de manejo, como el ajuste de la configuración ventilatoria, la terapia de líquidos, la posición del paciente (supina o prona), el manejo de antibióticos y el drenaje torácico , promoviendo así un "enfoque funcional" que podría conducir a un mejor resultado para el paciente ¹⁴. De esta manera, la ecografía se ha convertido en el quinto pilar del examen médico utilizado por los médicos de cuidados intensivos después de la inspección, palpación, percusión y auscultación.¹⁵

El tórax se escanea fácilmente con ultrasonido, con solo colocar la sonda a lo largo de los espacios intercostales, ninguna herramienta, incluida la EP, por sí sola, puede mejorar el resultado del paciente. Por esta razón, las Recomendaciones internacionales basadas en evidencia para el USP en el punto de atención publicadas en 2012 intentaron homogeneizar la terminología y las técnicas utilizadas y proporcionaron una lista de recomendaciones para un abordaje clínico de las diferentes enfermedades ¹⁶.

Con la pandemia de COVID-19, el USP se ha vuelto extremadamente popular y esto se reflejó en muchas publicaciones e innumerables cursos teóricos y prácticos, tanto online como presenciales ¹⁷

Desde 1995, el Colegio Americano de Radiólogos recomendó radiografías de tórax diarias en decúbito supino en pacientes con ventilación mecánica con problemas cardíacos y respiratorios agudos, independientemente de la patología subyacente ¹⁸. En ese momento, la detección de una mala posición de los tubos y de la vía central o el descubrimiento de un neumotórax con una radiografía de tórax era responsable de un cambio en el diagnóstico o tratamiento del paciente en más del 65% de los casos ¹⁸. Sin embargo, el nuevo milenio trajo un soplo de aire fresco a la medicina de cuidados intensivos y anunció la publicación en 2000 del artículo "The Acute Distress Syndrome Network" sobre la estrategia de ventilación con protección pulmonar. Este artículo produjo evidencia del efecto protector del volumen corriente bajo (6-8 ml/Kg) y su aplicación en todo el mundo, y esto vio una reducción en la incidencia de volotrauma.¹⁹

Mientras tanto, en 2001 y 2002 ocurrieron otros acontecimientos importantes: la Agencia para la Investigación y la Calidad de la Atención Médica promovió en los EE. UU. el uso de ultrasonido para la colocación del catéter venoso central (CVC) como una de las 11 prácticas para mejorar la atención al paciente ²⁰ y por el Instituto Nacional de Excelencia Clínica (NICE) en Europa, y esto comenzó a reducir el neumotórax iatrogénico relacionado con la colocación ciega de CVC ²¹. Muchos de los descubrimientos de Daniel Lichtenstein, el padre del uso moderno de USP en la UCI, vieron el comienzo del nuevo milenio entre 1995 y 2009, con la descripción del "pulmón deslizante", un signo ecográfico de cabecera que descarta el neumotórax (1995), ²² el artefacto de cola de cometa como signo de "síndrome alveolar-intersticial" (1997) ¹¹, el "punto pulmonar", un signo ecográfico específico del neumotórax (2000) ²³, el "pulso pulmonar", un signo temprano signo de atelectasia completa (2003) ²⁴, y el broncograma aéreo dinámico, un signo ecográfico pulmonar de consolidación alveolar que descarta atelectasia (2009) ²⁵. En su trabajo pionero publicado por primera vez en 1993, Lichtenstein utilizó la ecografía para examinar el abdomen, el espacio pleural y la vena femoral al lado de la cama en la UCI ²⁶. Los resultados del estudio fueron sorprendentes, ya que la ecografía mostró un impacto inmediato en el manejo en 33 de 150 pacientes (22%), influyendo en el estudio diagnóstico e impactando directamente en el enfoque de toma de decisiones

terapéuticas; y proporciona resultados prometedores para abrir el camino al uso de ultrasonido en la UCI. ²⁶

Lichtenstein también fue el primero en comparar la sensibilidad, especificidad y precisión diagnóstica de la ecografía pulmonar con la auscultación y la radiografía de tórax en pacientes con consolidación pulmonar ²⁷. Su segundo artículo más impactante se centró en el protocolo "Bedside Lung Ultrasound in Emergency" (BLUE) sobre la relevancia de USP en el diagnóstico de la etiología de la insuficiencia respiratoria aguda ²⁸. Con los signos de pulso pulmonar descritos anteriormente, un signo temprano de completa atelectasia (2003) y el broncograma aéreo dinámico (2009), hoy en día es fácil reconocer la neumonía como una causa de insuficiencia respiratoria aguda²⁴ En este algoritmo, por ejemplo, los artefactos de cola de cometa (hoy líneas B) ayudaron a diferenciar el edema pulmonar cardiogénico de la exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) con una sensibilidad del 100% y una especificidad del 92% ²⁸ Después de este descubrimiento, en 2013, la Asociación Europea de Recomendaciones de Imágenes Cardiovasculares afirmó que la ausencia de múltiples líneas B bilaterales excluyen el edema pulmonar cardiogénico con un valor predictivo negativo cercano al 100% ²⁹

Por el contrario, las líneas B se correlacionaron significativamente con una nueva aparición de insuficiencia cardíaca congestiva aguda si su número era ≥ 15 por exploración. Este punto de corte podría considerarse para una evaluación rápida y fiable de la descompensación en pacientes ambulatorios con insuficiencia cardíaca (IC) ³⁰. A esto le siguieron en 2016 las Directrices de la Sociedad Europea de Cardiología que afirman que para el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda y crónica, la radiografía de tórax solo tiene un uso limitado en el estudio diagnóstico de pacientes con sospecha de insuficiencia cardíaca y probablemente sea más útil en la identificación de una explicación pulmonar alternativa para los síntomas y signos del paciente ³¹

El equipo de ecografía necesario para la realización de la técnica solo precisa de imagen bidimensional y en modo M, pero actualmente casi todos los equipos modernos están dotados de otras posibilidades (Doppler, color, armónicos, etc.).

Más importante es la disponibilidad de sondas multifrecuencia o de varios tipos de sonda. Las sondas de frecuencias entre 3,5–5 MHz, utilizadas para la exploración abdominal y cardíaca, proporcionan una adecuada visualización de los planos profundos, y permiten la caracterización de las consolidaciones y el derrame pleural. Para las estructuras más superficiales, es decir, la pleura y los signos y los artefactos que se generan de ella, las sondas de frecuencia superior a 5 MHz proporcionan mucha mejor resolución. Estas sondas se emplean, además, para el estudio vascular, lo que nos sirve de complemento en el diagnóstico de la trombosis venosa profunda. La forma de la sonda utilizada (lineal, convexa o sectorial) también dependerá de la zona a estudiar, y será convexa si el espacio intercostal es estrecho, para evitar la interferencia acústica que producen las costillas.

Los transductores sectoriales no son, en general, adecuados para el examen del espacio pleural por vía intercostal directa, ya que presenta una visión muy estrecha en los campos cercanos y el espacio pleural se identifica mal por los artefactos.

En los pacientes críticos, la exploración se realiza en la posición de decúbito supino, que permite un fácil abordaje antero lateral.³² Cada grupo de investigadores ha desarrollado una sistemática de exploración propia ,a veces excesivamente prolija y compleja.³³

Son suficientes 6 áreas en cada hemitórax, que se dividen en 3 zonas, anterior, lateral y posterior, con la línea axilar anterior y posterior como divisoria. A su vez, cada zona se divide en una superior y otra inferior según una línea horizontal que atravesaría la unión del tercio medio con el inferior del esternón. La exploración comenzaría por la zona anterosuperior y acabaría por la posteroinferior , con cortes longitudinales y transversales. A veces es necesario el estudio de las zonas dorsales, para lo que es precisa una ligera inclinación del enfermo, que se logra exclusivamente con una leve aducción del brazo ipsilateral. Aunque algunos expertos afirman que puede hacerse una exploración completa en unos 3 min, la mayor experiencia es que son necesarios entre 5–10 minutos, según la complejidad de los hallazgos.³³

Al situar el transductor lineal en sentido longitudinal perpendicular a los espacios intercostales se visualizan cerca de los bordes laterales de la pantalla 2 interfaces

ecogénicas redondeadas con una marcada sombra acústica que corresponde a las costillas. Aproximadamente a medio centímetro por debajo del inicio de estas se sitúa una línea hiperecogénica horizontal que representa la pleura. Con transductores de alta frecuencia y gran resolución a poca profundidad se pueden observar las 2 capas , parietal y pleural, de unos 2mm de anchura y de aspecto regular , separadas entre sí por el espacio pleural (0,3mm).Sin embargo ,con los transductores que se emplean habitualmente (de 05MHz), la línea es única y representa la superficie de unión pleuropulmonar. En conjunto, el borde superior de las sombras de las costillas y la línea pleural componen una imagen que semeja el perfil de un murciélago, y por esto ha recibido la denominación signo del murciélago. El pulmón aireado subyacente a la pleura es una interface altamente reflectante que bloquea la penetración de los haces de ultrasonidos. El patrón del pulmón normal representa, por tanto, un artefacto por reverberación con múltiples ecos de una intensidad media, de aspecto moteado ³⁴. La principal característica que hay que observar es la presencia de "deslizamiento" o signo del planeo en la superficie de unión pleuropulmonar, que ocurre obligatoriamente con la insuflación y el vaciado pulmonar durante las fases respiratorias. Si aplicamos el modo M, se distinguen 2 zonas bien diferenciadas ,que configuran el signo de la orilla de la playa, la parte superior, que corresponde a la pared torácica, formada por líneas horizontales paralelas (el mar), y la parte inferior, desde la pleura, de aspecto granulado, como arena de playa . También en modo real (bidimensional) se puede visualizar el movimiento de ambos hemidiafragmas y cómo en inspiración el pulmón se desplaza caudalmente,y aparece en ocasiones como un velo o una cortina.³⁵

Los diferentes artefactos que son generados por los fenómenos que sufren los haces de ultrasonido en tejido pulmonar que pierde su aireación normal, al encontrar una diferente mezcla aire-líquido hace que los artefactos cambien y su hallazgo apoyará la clínica para el ejercicio diagnóstico. De este modo la pérdida de aire como una consolidación o en atelectasias dará una imagen típica de tejido sólido y otras como la presencia de aumento del líquido en relación al aire como en caso de edema pulmonar en donde el comportamiento del ultrasonido es completamente diferente³⁶

Liechtenstein para facilitar su comprensión, describe cómo el derrame pleural es líquido puro, la consolidación alveolar tiene más líquido que aire, el síndrome intersticial con más aire que líquido y el neumotórax como aire puro¹¹. Estos fenómenos ecográficos se convierten en una herramienta para el reconocimiento y diagnóstico de algunos síndromes que pueden ser determinantes en el diagnóstico de urgencia o de una hipoxemia en curso a la cabecera del paciente.^{34 35}

Otro fenómeno físico que se debe tener en cuenta es la relación del líquido y los gases con la gravedad, de este modo, estos últimos serán encontrados en niveles elevados y el líquido hacia posiciones declives, pero cuando estos dos se mezclan se presenta este artefacto ecográfico conocido como «líneas B», también llamadas «cola de cometa». Sus primeras descripciones fueron en los 80, pero se considera que realmente fue Liechtenstein quien las describe apoyado en hallazgos por ultrasonido con las imágenes de tomografía axial computarizada.^{34 35}

Estas líneas B, son imágenes que deben cumplir 7 características: son artefactos hidro-aéreos en imagen de cola de cometa, se inician en la línea pleural, son hiperecoicas, bien definidas, diseminadas hacia el final de la pantalla, borran las líneas A, y se movilizan con el deslizamiento pleural cuando este está presente¹¹.

La presencia de más de 3 líneas B indican la presencia de un síndrome alvéolo-intersticial.¹¹

El síndrome intersticial involucra un grupo de patologías (edema pulmonar, procesos infecciosos), que deben ser siempre analizadas dentro del contexto clínico que se caracterizan por la presencia de algunos signos ecográficos que ayuda en el diagnóstico, y que son generados por el engrosamiento del espacio intersticial, dentro de esto lo que se describe característicamente es la presencia de líneas b, a la evaluación por ultrasonido, patrón que generalmente se asocia a mayor contenido de aire y escaso contenido de líquido . Estas líneas B o signos de cola de cometa, como ya se describió previamente, deben ser encontradas en las diferentes vistas que obtenemos, excepto en la vista inferior en el espacio intercostal inmediatamente superior al diafragma donde podemos encontrar la presencia de estas líneas sin ser patológicas^{11, 34, 33,35}

Se deben buscar en las proyecciones anterolaterales pues en la proyección dorsal, su presencia puede ser explicada por efecto de la gravedad. La presencia de más de 3 líneas B tiene una correlación con los hallazgos en una radiografía de tórax que es del 93 y del 100% cuando se compara con la tomografía axial computarizada. También se resalta nuevamente que el ultrasonido no permite diferenciar si es líquido o pus lo que ocupa el alvéolo así como qué tipo de tejido está presente, si es infiltrativo o fibrótico, por lo cual se debe hacer un enfoque clínico que soporte los hallazgos ecográficos ³⁴

Tanto el síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) como el edema agudo del pulmón de origen cardiogénico producen una imagen ecográfica con patrón B bilateral, en ambos casos denominado síndrome intersticial²⁸. En el síndrome intersticial de causa no cardiogénica los campos pulmonares son habitualmente desiguales en su afectación, especialmente al inicio de la insuficiencia respiratoria, afectando a zonas dependientes de gravedad, a diferencia de cuando la causa es cardiaca, donde la distribución es hidrostática. Patologías previas pulmonares con destrucción de parénquima (enfisema) alteran la homogeneidad de los hallazgos en el edema agudo de pulmón.

Algunos datos adicionales, como el aumento del grosor y la irregularidad de la línea pleural, sugieren que el síndrome intersticial esté relacionado con algún proceso inflamatorio, ya sea neumonía u otro proceso inflamatorio pulmonar. El hallazgo de condensaciones subpleurales también apunta a la existencia de neumonía como origen del síndrome intersticial.

No obstante, el estudio mediante ultrasonidos de la función cardiaca, tanto sistólica como diastólica, y del calibre de la vena cava inferior complementan la información para un diagnóstico más preciso.³⁷

Para hablar de consolidación alveolar, debemos recordar que en este proceso nos encontramos con una ocupación de líquido dentro del alvéolo. A diferencia de otras patologías la consolidación alveolar aparece en cualquier sector del pulmón, pero es importante tener presente que la consolidación puede ser una atelectasia, una neumonía, una contusión pulmonar o una lesión tumoral, entre otras ^{25, 38,39}

Dentro de los hallazgos que se debe encontrar por ultrasonido, es la similitud del tejido pulmonar consolidado a el tejido de órgano sólido, por lo tanto es necesario hacer una evaluación juiciosa de los diferentes sectores de los campos pulmonares.^{38, 39}

Algunos hallazgos adicionales que pueden ayudar a confirmar este diagnóstico es la presencia de broncograma aéreo, la cual se caracteriza por ser una imagen hiperecogénica móvil con el ciclo respiratorio.²⁵

La ecografía pulmonar ha demostrado ser de utilidad en el paciente con COVID-19⁴⁰. La ecografía ofrece información sobre el diagnóstico y la extensión de la afectación pulmonar en la fase temprana o paucisintomática, con una mayor capacidad diagnóstica que la radiografía convencional⁴¹.

En general, los principales hallazgos ecográficos no difieren de aquellos que podemos observar en pacientes con SDRA de otra etiología y en otras patologías pulmonares, por lo que el hallazgo principal serán las líneas B, reflejando la afectación intersticial o alveolo-intersticial en la neumonía por SARS-CoV-2. No obstante, existen algunas particularidades, como un artefacto característico que aparece en fases precoces (signo del cometa), hiperecogénico, en forma de banda, que se extiende desde una línea pleural regular y un fondo de líneas A, y que aparece y desaparece con el deslizamiento pleural.^{41, 42}

Aunque ninguno de estos signos es específico de la neumonía COVID-19, la distribución de estas alteraciones, en un entorno epidemiológico concreto, le otorga una gran especificidad. Es característica la afectación bilateral, en forma de grupos parcheados de líneas B que conviven con otras zonas pulmonares «libres»⁴³. Las lesiones tienen una distribución periférica y predominan en campos posteroinferiores, extendiéndose a regiones laterales y anteriores a medida que progresa la enfermedad. Por el contrario, la aparición de derrames pleurales significativos o de grandes consolidaciones lobares obliga a tener en cuenta diagnósticos alternativos o complicaciones⁴³.

Para la evaluación del derrame pleural el sitio de ubicación de la sonda recomendada es la línea axilar posterior y realizar el barrido ecográfico en diferentes espacios intercostales para determinar el nivel del derrame, luego con la ecografía

pulmonar se puede estimar el volumen del derrame y marcar o dirigir el sitio de la punción para su drenaje o estudio. Se debe también estandarizar la posición del paciente en el momento de hacer la medición y suele ser entre 0 y 15 grados de inclinación⁴⁴. Como se mencionó previamente, el derrame pleural está conformado en su gran mayoría por una fase líquida la cual podemos evidenciar en la USP como un área anecoica, es importante identificar esta colección en la parte de arriba del diafragma, y se recomienda valorar otros signos semiológicos para poder determinar realmente la presencia de líquido en el espacio pleural^{44, 45,46}. Se buscará en modo M, y es el signo «sinusoidal» en el que el área anecoica cambiará su dimensión con el ciclo respiratorio.

Esta información obtenida por ultrasonido puede también ayudar a sospechar el tipo de líquido presente en las pleuras. Es probable encontrar en derrames grandes áreas de consolidación o probablemente atelectasias por compresión del tejido pulmonar, también en algunos casos se pueden encontrar imágenes como membranas o segmentos irregulares móviles que se conocen como el signo del «plancton» el cual está más relacionado con hemotórax o empiemas. Algunas imágenes pueden aparecer con tabiques o septos también correlacionados con estas mismas entidades.^{45, 46}

Así pues, esta herramienta ofrece una ayuda diagnóstica temprana en la diferenciación del tipo de colección que puede estar en un derrame⁴⁶.

El ultrasonido pulmonar ha sido encontrado con una mayor efectividad en el diagnóstico de un neumotórax a diferencia de las radiografías⁴⁷, y esto se ha podido documentar en diferentes publicaciones encontrando un valor predictivo negativo del 100% para descartarlo. La interposición de aire entre las dos hojas pleurales evita la presencia de deslizamiento pleural y de «líneas B».⁴⁸

En esta nos encontramos con un patrón de aire solamente sin presencia de líquido como se mencionó previamente.

Se debe buscar en las proyecciones anteriores en el paciente en decúbito supino. El enfoque inicial parte de la búsqueda del deslizamiento pleural, su ausencia es el primer signo de alarma o sospecha de esta patología, y se debe confirmar con el

modo M donde encontraremos un patrón denominado signo de «código de barras»^{47, 48,49}.

Otro hallazgo descrito, es la presencia del «punto pulmón», en el cual tenemos un segmento de pulmón que genera un patrón ecográfico normal con el del código de barras en el modo M.⁴⁸

La utilidad de la ecografía en la intubación incluye tanto la valoración de la vía aérea superior para predecir una vía aérea difícil⁵⁰ como a modo de herramienta para comprobar la posición correcta del tubo endotraqueal (TET) tras la intubación^{50, 51}.

La confirmación de una correcta posición del TET es fundamental, ya que se estima que el 3,3% de intubaciones emergentes son esofágicas⁵¹.

La ecografía traqueal ha mostrado tener el mismo valor que la capnografía para la exclusión de la intubación esofágica, con el 98,7% de sensibilidad y el 97,1% de especificidad, siendo incluso superior en pacientes con bajo gasto cardíaco en el contexto de una parada cardíaca¹⁸. Además, la ecografía traqueal presenta la ventaja de no precisar el inicio de las ventilaciones para la confirmación, lo que sí requiere la capnografía, disminuyendo el riesgo de distensión gástrica y de broncoaspiración.⁵¹

Para descartar la intubación esofágica es necesario utilizar un transductor lineal de alta frecuencia situado en la escotadura supraesternal, obteniendo una imagen transversal anterior del cuello y la vía aérea. En este plano, la tráquea se identifica como una línea hiperecogénica con forma de U invertida, generada por la interfase mucosa-vía aérea, con un artefacto con sombra acústica típica posterior. El esófago está colapsado y se encuentra en posición paratraqueal lateral izquierda. Una intubación esofágica se detectaría por la observación de una estructura circular anecoica adyacente a la tráquea (generalmente en el lado izquierdo de la tráquea), signo que se conoce como «doble tráquea»⁵¹

La ecografía ofrece la posibilidad de valorar, de una forma semicuantitativa, el grado y la distribución de la aireación pulmonar. Además, la posibilidad de repetir la

exploración a pie de cama nos permite evaluar los cambios en respuesta a los tratamientos y maniobras que apliquemos en pacientes con IRA.⁵²

La ecografía pulmonar puede escanear la superficie pulmonar a través de las áreas anterior, lateral y posterior dando una puntuación basada en los diferentes patrones de aireación de 0 a 3, de mejor a peor, de la siguiente manera: Líneas A más deslizamiento = 0, B- bien separadas líneas = 1, líneas B coalescentes = 2, y para el patrón C, consolidación = 3⁵³. Un aumento en la puntuación indica una disminución en la aireación y viceversa. La puntuación USP es factible y se obtiene fácilmente al lado de la cama para comprender el efecto de la modificación de los parámetros de ventilación, de la posición del paciente (supino versus pronó) y del resultado del destete^{54,55}. Esta puntuación fue propuesta por primera vez por Soummer et al. en un trabajo que destacó su uso durante la fase de destete de la ventilación mecánica. Los cambios de score USP durante una prueba de respiración espontánea predicen con precisión la angustia posterior a la extubación y en 2012 se propuso por primera vez un cambio en el uso de score LUS del diagnóstico a la monitorización⁵⁶. En 2010 Via et al. demostró que la puntuación score LUS es confiable para evaluar los cambios en la aireación pulmonar en pacientes que se sometieron a un lavado pulmonar completo⁵⁷. Bouhemad et al., en 2010, estudiaron la reaireación pulmonar inducida por antibióticos en la neumonía asociada a ventilador.⁵²

Dado que la pandemia de SARS-CoV2 provocó neumonía intersticial caracterizada por lesiones pulmonares superficiales y subpleurales, el interés en la puntuación score LUS se ha extendido rápidamente.

La ecografía permite evaluar la distribución de la pérdida de aireación⁵³. Esta información resulta útil para diferenciar dos fenotipos de SDRA en función de su morfología. En los pacientes con SDRA focal predomina la afectación en regiones posteroinferiores, con una pérdida grave o completa de la aireación, mientras que los campos pulmonares anteriores están relativamente respetados. Estos pacientes responden mejor al pronó⁵⁹, mientras que niveles altos de presión positiva al final de la espiración (PEEP) pueden dar lugar a sobredistensión de las áreas con aireación conservada⁶⁰. Por el contrario, los pacientes con SDRA de distribución difusa, en los

que la pérdida de aireación afecta de forma parcheada a todas las regiones pulmonares, responden mejor a las maniobras de reclutamiento y niveles más elevados de PEEP⁶⁰. Identificar los diferentes fenotipos de SDRA en función de su morfología es fundamental, ya que la elección de la estrategia ventilatoria en función de la clasificación puede repercutir sobre el pronóstico clínico⁶¹.

Utilizando los patrones ecográficos mencionados anteriormente (A, B1, B2 y C) calcularemos el LUS. Una puntuación ≥ 3 en regiones anteriores permite excluir con precisión la morfología focal⁶², en comparación con la TAC. Se han descrito otros dos métodos que emplean el mismo sistema de puntuación y que complementan la información con el estudio de campos laterales y posteriores⁶³.

Varios estudios han analizado la capacidad de la ecografía para predecir la respuesta al decúbito prono en pacientes con SDRA ⁵⁹. La presencia de un patrón ecográfico de aireación normal en campos anteriores en supino podría predecir la respuesta al prono, definida como una mejoría en la oxigenación⁵⁹. Recientemente se han descrito resultados similares en pacientes con SDRA secundario a COVID-19⁶⁴. No obstante, aunque la ecografía parece predecir la re-aireación de las zonas dorsales tras la maniobra de decúbito prono, no ha sido capaz de predecir la mejoría de la oxigenación en todos los estudios⁶⁵, probablemente debido a los diferentes mecanismos implicados en la respuesta al prono y las limitaciones de la ecografía para cuantificar la aireación y la sobredistensión pulmonar⁶⁶.

A raíz de la pandemia por SARS-CoV-2 ha crecido considerablemente el decúbito prono en pacientes con IRA hipoxémica que no reciben ventilación mecánica invasiva. En este tipo de pacientes también se ha propuesto que los cambios en los patrones de aireación pulmonar evaluados mediante ecografía podrían predecir la respuesta a prono⁶⁷. Además, entre los pacientes con IRA hipoxémica que reciben oxigenoterapia de alto flujo, el éxito de la técnica parece relacionarse con una mayor disminución del score USP en las zonas dorsales en respuesta al prono⁶⁷.

Basándose en la alta sensibilidad y especificidad de la ecografía para la detección del colapso pulmonar¹⁶, así como la capacidad para monitorizar los cambios en la aireación pulmonar en tiempo real, se ha propuesto su potencial utilidad para guiar las maniobras de reclutamiento y titulación de la PEEP⁶⁸. De hecho, se ha descrito

una correlación entre el reclutamiento pulmonar inducido por la PEEP medido por las curvas de presión-volumen y la puntuación de re-aireación por ecografía⁶⁹. Sin embargo, los cambios en la puntuación por ecografía no parecen asociarse con el reclutamiento evaluado mediante TAC, considerado el *gold standard* (estándar de oro⁷⁰, seguramente debido a que los cambios en la puntuación ecográfica se deben a cualquier modificación en la aireación y no solo a la aireación de regiones consolidadas.

Mediante el estudio de la aireación pulmonar en los 12 cuadrantes mencionados, podremos detectar los cambios inducidos por un aumento de la PEEP al observar una disminución progresiva de líneas B o la aparición de estas en zonas previamente consolidadas en caso de reclutamiento⁶⁹.

El fracaso del *destete* (por sus siglas en inglés *weaning*) o la reintubación precoz se asocian a una elevada morbimortalidad⁷¹, por lo que una evaluación dirigida al diagnóstico precoz de las causas que dificultan la desconexión de la ventilación mejorará el pronóstico de los pacientes. Las principales causas de fracaso del *weaning* pueden resumirse en tres grandes grupos: respiratorias, cardíacas y neuromusculares⁷¹. En ese sentido, el estudio mediante ecografía del corazón, los pulmones y la musculatura respiratoria puede ayudar a comprender el proceso fisiopatológico por el que un paciente fracasa en el proceso de *weaning*

En los pacientes sometidos a ventilación mecánica, el inicio de la respiración espontánea se asocia con cierta pérdida de aireación pulmonar⁵⁶, ya sea por una ocupación de los alvéolos por edema pulmonar en el contexto de WIPO o por un desreclutamiento alveolar por la pérdida de la PEEP o asociada a una disfunción diafragmática. La utilización de la ecografía permite objetivar y monitorizar esta pérdida de aireación de forma objetiva mediante el USP. El cálculo del score USP a los 60 minutos del inicio de la PRE ha demostrado ser una herramienta precisa para predecir la aparición de insuficiencia respiratoria posterior a la extubación⁵⁶. Los pacientes que presentarán insuficiencia respiratoria tras la extubación tienen puntuaciones mayores en el score USP, independientemente de la causa subyacente. El límite identificado para predecir un riesgo del 85% de fracaso posterior a la extubación es score USP >17, mientras que un valor <13 indica un

riesgo insignificante de desarrollar un fracaso posterior a la extubación. Cabe decir que la puntuación score USP tal y como se define, en la práctica clínica, está limitada por su complejidad y por el tiempo necesario para su cálculo preciso.

La ecografía pulmonar también es útil para detectar el WIPO. En este caso, el estudio reducido a los 4 cuadrantes torácicos anteriores del BLUE *Protocol*, con la cuantificación de las líneas B de cada cuadrante antes y al final de la PRE, permite el diagnóstico de WIPO con una sensibilidad del 88% y una especificidad del 88% si la cantidad de líneas B aumenta en ≥ 6 durante la PRE⁷².

El uso de LUS en la UCI ahora es relevante para proporcionar una modalidad de imagen que, integrada con la información clínica del paciente, puede impactar la toma de decisiones del médico y acelerar los cambios de manejo en términos de ajustes de la configuración ventilatoria, terapia de fluidos, posición del paciente (supino versus prono).), manejo de antibióticos y drenaje torácico ⁷³ No es posible descuidar el uso de USP hoy en día en la UCI al considerar también el impacto económico y ambiental de la radiografía de tórax ⁷⁴.

Pronto estarán disponibles muchos estudios que muestran la utilidad de este instrumento en pacientes con neumonía, SDRA o para evaluar el destete del paciente de la ventilación mecánica. USP es un examen que depende del operador y la calidad de las imágenes puede variar según la técnica y la habilidad, lo que requiere una curva de aprendizaje pronunciada, lo que hace que las repeticiones de los estudios de ultrasonido sean desafiantes y las conclusiones generalizables sobre su utilidad. El desarrollo de algoritmos dedicados con inteligencia artificial (IA) que evalúen automáticamente la adquisición de video USP a través de retroalimentación en tiempo real podría ayudar en esta dirección ⁷⁵. Al mismo tiempo, otra área de investigación interesante podría ser el uso de imágenes por ultrasonido con contraste (CEUS) para caracterizar las consolidaciones, ayudar a elegir el tratamiento óptimo del paciente y reducir la necesidad de exposición a la radiación en los exámenes de tomografía computarizada ⁷⁶. Finalmente, en la UCI, los estudios experimentales que investigan la velocidad de deslizamiento del USP como

un signo de disección pulmonar podrían mejorar la configuración de la ventilación y la titulación de la PEEP durante la ventilación mecánica⁷⁷

El uso de la ecografía en la UCI fue clasificado por primera vez en 2009 por el Colegio Americano de Médicos del Tórax y “La Société de Réanimation de Langue Française” (SRLF)⁷⁸. Las competencias en ecografía clínica se validaron utilizando la metodología Delphi y se dividieron en dos ramas principales: la ecografía en cuidados críticos general (GCCU), centrada en la evaluación del nivel torácico, abdominal y vascular, y la ecocardiografía en cuidados críticos (CCE), con dos niveles de experiencia, básico y avanzado. Pleural y USP eran componentes de la GCCU. Para la ecografía pleural, los pasos críticos guiaron la toracocentesis y la inserción del dispositivo pleural, estimando el líquido pleural restante e identificando la colocación del dispositivo intrapleural. USP fue orientado explícitamente a descubrir neumotórax después del procedimiento⁷⁸. En 2012, la conferencia de consenso internacional también introdujo el importante concepto de monitorear la aireación y desaireación pulmonar con puntuaciones USP para cuantificar el efecto de las estrategias ventilatorias¹⁶. Sin embargo, por el momento, es difícil separar el conocimiento USP en básico y avanzado en un continuo, y citando el trabajo reciente de Kraaijenbrink et al., “el alto valor predictivo negativo de descartar un neumotórax con deslizamiento pulmonar sugiere que esto es sencillo, pero determinar un neumotorax es mucho más complicado, ya que se necesita una cantidad diferente de exámenes para llegar a ser competente, lo que demuestra que los artefactos tienen una curva de aprendizaje diferente”⁷⁹. Por tanto, la baja incidencia de neumotórax dificulta el reconocimiento del punto pulmonar, siendo necesario un largo entrenamiento. Lo mismo ocurre con la consolidación, habilidad esencial para diferenciar entre neumonía, atelectasia, contusión y embolia pulmonar. Requiere habilidades avanzadas que respalden la idea de que la competencia no puede dividirse fácilmente en habilidades básicas y avanzadas^{80,81}. Hejblum et al. evaluó radiografías de tórax en pacientes con ventilación mecánica en 21 UCI; 11 utilizaban radiografías de tórax diarias y 10 una estrategia clínica. Cuatrocientos veinticuatro pacientes recibieron 4.607 radiografías de tórax de rutina y 425 recibieron 3.148 radiografías de tórax clínicas. Hubo una reducción del

32% en el segundo grupo con una reducción del 35% en radiografías de tórax y \$9900 por cama por año sin ningún cambio en la calidad de la atención o la seguridad ⁸². Scott y cols. demostró que al restringir las radiografías de tórax diarias en la UCI, el costo mensual promedio disminuyó de \$11,633 antes de la intervención a \$7,348 después de la intervención, con un ahorro de costos del 37% ⁸³. Peris et al., tras la introducción de USP en su UCI, mostraron una disminución significativa en el uso de radiografías de tórax y tomografías computarizadas de diagnóstico en un 26% y 47%, respectivamente, con un ahorro de costes del 39% en exámenes radiológicos (alrededor de 27.000 €).) ⁸⁴. Los autores también encontraron una tendencia en la reducción de las exploraciones por TAC. También analizamos el coste de las radiografías de tórax después de implementar el uso de USP, mostrando una reducción del coste relacionado del 57% (22.104 €) sin afectar los resultados de los pacientes. Es significativo que el número de tomografías computarizadas sigue siendo el mismo ⁸⁵.

También deben destacarse las limitaciones de la radiografía de tórax portátil de cabecera en términos de calidad de imagen y, lo que es más importante, la incapacidad de diagnosticar con precisión causas críticas de disnea, como derrame pleural, neumotórax, edema pulmonar y embolia. Con una radiografía de tórax, del 10% al 25% del derrame pleural se puede diagnosticar erróneamente por completo, y el 30% de los neumotórax no son visibles porque el aire se mueve hacia arriba y medialmente entre el pulmón y el corazón, y sólo después de llenar estos espacios se acumula aire libre. La posición apical-lateral habitual. La radiografía de tórax es moderadamente específica (especificidad 76%, 83%) pero no lo suficientemente sensible (67 a 68%) para diagnosticar insuficiencia cardíaca, donde el examen crucial es la ecocardiografía. La radiografía de tórax también mostró baja sensibilidad para la embolia pulmonar ⁸⁶. Aunque la USP, presenta varias ventajas, tiene una sensibilidad relativamente menor en comparación con la TAC de tórax. Sólo se puede explorar el 70% de la superficie pulmonar, lo que explica la sensibilidad relativamente baja para detectar neumonía intraparenquimatosa no adherente a la superficie pleural. La USP puede ser más difícil en pacientes obesos debido al grosor de la caja torácica y los tejidos blandos. Sin embargo, el principal

enemigo de la USP es que el enfisema subcutáneo impide la propagación de los haces de ultrasonido al parénquima pulmonar subpleural ⁸⁷

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio prospectivo de corte transversal con componente analítico cuyo universo estuvo constituido por pacientes graves que ingresaron en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Centro Hospitalario del Instituto. “Pedro Kourí” CH- IPK, a los que se les realizaron estudios de ecografía pulmonar; en el periodo comprendido de enero del 2021 a diciembre del 2023.

Criterios de inclusión

- Pacientes con criterios de gravedad a los que se le realizaron estudios de ecografía pulmonar ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Centro Hospitalario del IPK de enero de 2021- diciembre 2023.

Criterios de exclusión

- Pacientes que no fueron estudiados con ecografía pulmonar al ingreso o de forma evolutiva.
- Historias clínicas con datos incompletos.

Operacionalización de variables

Se incluyeron todos los pacientes graves ingresados en la UCI del CH-IPK a los que se le realizó estudio ecográfico de pulmón durante su ingreso.

A todos los pacientes se les tomaron los datos registrados en la historia clínica, además los resultados de laboratorio clínico (hemograma, hemoquímica y gasometría) y exámenes imagenológicos: radiografía de tórax, ecografía pulmonar (al inicio y evolutivas) y en casos específicos TAC de pulmón.

Estas variables se organizaron en tablas de acuerdo a sus características, divididas en: epidemiológicas, clínicas, imagenológicas.

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Para dar salida al objetivo 1, se operacionalizaron las siguientes variables:

Variable	Tipo	Escala	Descripción
VARIABLES CLÍNICO- EPIDEMIOLÓGICAS			
Edad	Cuantitativa continua	<ul style="list-style-type: none">▪ 20 – 35 años▪ 36 – 50 años▪ Más de 50 años	La edad se midió en años cumplidos al momento del estudio.
Sexo	Cualitativa Nominal	<ul style="list-style-type: none">▪ Femenino▪ Masculino	Según sexo biológico.
Color de la piel	Cualitativa Nominal	<ul style="list-style-type: none">▪ Blanco▪ Negro▪ Mestizo	Según color de la piel
Comorbilidades distintas al VIH	Cualitativa Nominal	<ul style="list-style-type: none">▪ Respiratorias▪ Hipertensión arterial▪ Diabetes mellitus▪ Obesidad▪ Cardiovascular	Acorde a la literatura médica. -Respiratorias incluye asma y EPOC. -Cardiovasculares: isquemia, insuficiencia y

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Otras no VIH 	<p>valvulopatías.</p> <p>Otras: Neoplasias, hemopatías.</p>
VIH	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si ▪ No 	Diagnóstico de VIH/sida al ingreso o previo.
COVID- 19	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si ▪ No 	PCR a SARS CoV-2 positivo/ antígeno positivo
Origen de la complicación	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> - Síndrome hiperinflamatorio - Sepsis - Shock séptico - Cardiovasculares - SDRA severo - Otras 	<p>Tipo de complicación medica que ocasionó el ingreso en UCI, caracterizada por signos, síntomas y alteraciones de laboratorio compatibles con estos diagnósticos.</p> <p>Otras incluye: Tromboembolismo pulmonar, disfunción múltiple de órganos (DMO), enfermedad renal aguda, disturbios hídricos y ácidos básicos y coagulopatías.</p>
Condiciones de relevancia en paciente grave			
Ventilación mecánica artificial (VMA)	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si ▪ No 	Uso de ventilación mecánica asistida (VMA) invasiva o no invasiva.
Evolución clínica			
Evolución clínica de los pacientes.	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Satisfactoria ▪ No satisfactoria 	<p>- Satisfactoria: Mejoría de los pacientes con curación.</p> <p>-No satisfactoria: Deterioro</p>

			clínico, humoral y muerte del paciente.
Escala SOFA		0-1 puntos 2-3 puntos 4-5 puntos 6-7 puntos 8-9 puntos 10-11 puntos 12-14 puntos ≥14 puntos	<8 ptos 33.3 % mortalidad 8-9 ptos 33.3% mortalidad 10-11ptos 50.0% mortalidad 12-14ptos 95.2% mortalidad ≥ 14 ptos 95.2 % mortalidad

La enfermedad básica: es aquella entidad que causa ingreso o traslado a la UCI; puede ser tanto de origen infeccioso como no infeccioso y en ambas situaciones pueden estar comprometidos uno o más sistemas (respiratorio, cardiovascular, genitourinario, digestivo, nervioso. osteomioarticular, etc).

Complicaciones: condiciones que implican empeoramiento o aparición de disfunción de órganos como: insuficiencia hepática, insuficiencia renal y cardio-respiratoria además, trastornos metabólicos, del equilibrio ácido base o de la coagulación entre otros.

Para el diagnóstico de estas enfermedades y complicaciones se consideraron:

- Manifestaciones clínicas
- Estudios de laboratorio clínicos y microbiológicos
- Estudios imagenológicos (radiografía, ecografía y tomografía)

Para dar salida a los objetivos 2 y 3, se operacionalizaron las siguientes variables:

Variables	Tipo	Escala	Descripción
Variables ecográficas			

Ecografía pulmonar	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Patrón A ▪ Patrón B1 ▪ Patrón B2 ▪ Patrón C 	<p><i>Patrón A:</i> patrón típico de aireación normal. Línea pleural con deslizamiento conservado, presencia de líneas A y ≤ 2 líneas B bien espaciadas.</p> <p><i>Patrón B1:</i> presencia de más de dos líneas B bien espaciadas, difusas en las distintas áreas del tórax</p> <p><i>Patrón B2:</i> líneas B confluentes separadas entre ellas por ≤ 3 mm debido a pérdida más grave de pulmón aireado</p> <p><i>Patrón C:</i> consolidación pulmonar, que sugiere pérdida importante de pulmón aireado por líquido o células en los alveolos.</p>
Segmentos pulmonares	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Antero superior ▪ Antero inferior ▪ Lateral superior ▪ Lateral inferior 	Cada localización representa el área pulmonar que se

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Posterior inferior ▪ Posterior inferior 	exploró e interesa los dos pulmones , correspondiendo con 12 en total (6 izquierdas y 6 derechas)
Score por Ecografía pulmonar (score USP)	Cualitativa nominal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leve ▪ Moderada ▪ Severa 	Según tipo de patrón ecográfico y áreas (cuadrantes pulmonares) implicadas.

La ecografía pulmonar detecta enfermedad pulmonar intersticial, consolidaciones subpleurales y síndromes de insuficiencia respiratoria aguda de cualquier causa.

Existen score para evaluar la afectación pulmonar, estos incluyen los patrones de ecografía antes descritos: A, B1, B2 y C, cada uno de ellos representa una puntuación entre 0 y 3.

Patrón A: 0 puntos; patrón B1: 1 punto, Patrón B2: 2 puntos y Patrón C: 3 puntos. También el score contempla los doce cuadrantes pulmonares explorados por el investigador, seis áreas en cada hemicampo pulmonar, por lo que la puntuación se extiende desde 0 hasta 36 puntos, correspondiendo con la aireación pulmonar, lo que permite predecir conductas y pronósticos.

El Score USP se dividió en dos categorías: severo y leve/moderado con el objetivo de asociarlo con la evolución clínica y el grado de hipoxia de los pacientes.

El grado de hipoxia en pacientes ventilados se evaluó a través de $Pa O_2/FiO_2$ en

- SDRA moderado $Pa O_2/FiO_2 > 100 - 200$

- SDRA severo $Pa O_2/FiO_2 < 100$

En los enfermos que no estaban ventilados y solo tenían suplemento de O_2 , se consideró hipoxia leve PO_2 entre $>80 - 90$ mmHg y moderada entre $70 - 80$ mmHg.

En el caso de los ventilados el score USP se dividió en leve y moderado severo.

Técnica de recogida de la Información:

La información se coleccionó a partir de las historias clínicas de los pacientes y de los registros del Laboratorio del Centro Hospitalario IPK; se tuvieron en cuenta los datos relevantes al examen físico, exámenes microbiológicos e inmunológicos; los estudios imagenológicos comprendieron radiografía y ecografía pulmonar al inicio y evolutivos. Finalmente se evaluó la respuesta clínica de los pacientes teniendo en cuenta el estado del enfermo al egreso.

Técnica de análisis y procesamiento

Para el procesamiento de la información se creó una base de datos en SPSS versión 16.0. La información se presenta en forma de tablas y figuras estadísticas para su mejor entendimiento.

En el análisis descriptivo fueron calculadas las medidas de frecuencias absoluta, relativa y acumulada para la totalidad de las variables estudiadas. Se utilizó el Test Ji cuadrado de homogeneidad para encontrar diferencias entre las distintas clases de las variables. Para determinar diferencia de proporciones se aplicó el Test exacto de Fisher con Intervalo de confianza del 95 % de la diferencia de proporciones. En ambos casos se tomó como estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$, además en el caso de la diferencia de proporciones si el valor del intervalo de confianza no incluía el 0.

Para determinar la asociación entre los diferentes factores de riesgo y la presencia de la enfermedad o condición objeto de estudio se calculó el Odds Ratio con sus respectivos intervalos de confianza, con valor de confiabilidad del 95%. Se consideró que existe asociación cuando el valor del Odds Ratio resulte superior a 1.

Aspectos éticos

La investigación tuvo en cuenta las normas de Helsinki, cumpliendo con los principios éticos de la no maleficencia, la justicia y respetando la autonomía del paciente. El presente estudio es una investigación sin riesgo para la integridad física, psicológica y social de los participantes, debido a que se realizó revisión de expedientes de los pacientes con enfermedades graves atendidos en la UCI del IPK. Los estudios imagenológicos incluyeron radiografías y ecografías ambas constituyen pruebas no invasivas o poco invasivas. El estudio cuenta con el aval de la comisión de ética del centro hospitalario IPK.

Limitaciones del estudio

Las limitaciones del estudio son debidas al tamaño muestral, pues el periodo en que se realizó el estudio, se ingresaban casos predominantemente confirmados a COVID 19.

Este estudio se realizó en un único centro hospitalario.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la investigación se incluyeron 179 pacientes de los 404 ingresados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) del Centro Hospitalario del IPK (CH-IPK) con complicaciones médicas en diferentes estadios de gravedad a los que se le realizaron estudios imagenológicos que contemplaron exploración ecografica pulmonar, en el período comprendido de enero del 2021 a diciembre 2023.

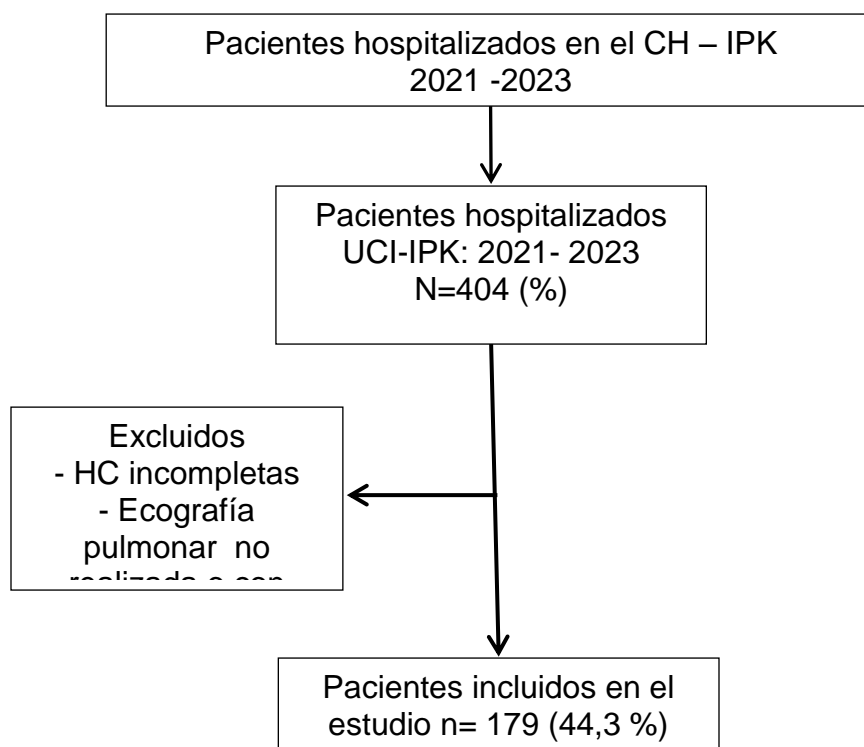


Figura 1. Diagrama de flujo de pacientes hospitalizados graves explorados con ecografía pulmonar en la UCI del CH-IPK, 2021-2023.

Entre las características demográficas de los pacientes estudiados (tabla 2), se constató un marcado predominio (79,3 %) del grupo etario mayores de 50 años y se encontró el menor número de casos en el grupo más joven de 20-35 años, lo que evidenció diferencias estadísticas entre los grupos ($p= 0,00$). Las personas del género masculino mostraron una supremacía del 64,27 % ($p= 0,02$)

Durante el periodo donde estuvo enmarcado este estudio, coincidió con la pandemia de COVID 19 donde el grupo etario mayores de 50 años fue el más afectado en relación a complicaciones graves de la enfermedad relacionado este hecho a las comorbilidades presentadas por estos pacientes, requiriendo su admisión en la unidad de cuidados intensivos. En varias de las series revisadas para esta investigación coinciden con los resultados encontrados en relación al predominio del grupo etario de mayores de 50 años. Manzur-Sandoval D⁸⁸, Banai y col.⁸⁹ y Bosso.G⁹⁰ encuentran resultados similares.

En relación al predominio del género masculino también existe coincidencia con estudios revisados para este trabajo, varios autores internacionales como Paolo P. y col.⁹¹, Manzur-Sandoval⁸⁸ y Gianmarco y col.⁹² encuentran resultados similares este hecho pudiera estar relacionado a factores sociales, demográficos o genéticos.

Tabla 2. Características demográficas de pacientes hospitalizados en la Unidad de Cuidados intensivos del CHIPK. 2021-2023

Variables demográficas	Frecuencia n (%)	Frecuencia acumulada n (%)
Grupo etario (años)		
20-35	14 (7,8)	14 (7,8)
36-50	23 (12,9)	37 (20,7)
>50	142 (79.3)	179 (100)
Genero		
Masculino	115 (64.2)	115(64,3)
Femenino	64 (35.8)	179 (100)
Total	179 (100)	

Fuente: Historia clínicas

En la tabla 3 evidenció que el 91.6% de los pacientes presentaban una o más comorbilidades, constituyendo, la hipertensión arterial (91.6 %) y la diabetes mellitus (62.8 %), las entidades más frecuentes. También se recogieron la obesidad (15.8 %) y las enfermedades respiratorias (10.3 %) entre las condiciones preexistentes de los enfermos complicados hospitalizados en la UCI del IPK en el momento de la investigación.

En relación a las comorbilidades varios autores en sus series informan de hasta un 80% de presencia, siendo la hipertensión arterial la más frecuente, seguida de la diabetes y la obesidad ⁹³. Secco y col ⁹⁴. y Yasukawa K. ⁹⁵ informan de un 50% de presencia de comorbilidades con similar orden de frecuencia de las entidades nosológicas previamente citadas. Giacomo G. ⁹² en su serie de más de tres mil pacientes cita como una de las comorbilidades más frecuente la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) incluso lo reporta como factor de riesgo independiente asociado con la mortalidad.

Los resultados de este estudio están en plena correspondencia con lo reportado en la literatura, la coexistencia de comorbilidades crónicas han sido descritas como las condiciones más relevantes asociadas a un peor pronóstico. Los primeros informes sugirieron que la hipertensión podría representar un factor de riesgo para la susceptibilidad a la infección por SARS-CoV-2, un curso más grave de COVID-19 y un aumento de las muertes relacionadas con la COVID-19. Sin embargo, el papel independiente de la hipertensión sigue siendo objeto de debate, ya que la hipertensión a menudo se asocia con la edad avanzada y otros factores de riesgo cardiovascular (CV) en la población general, lo que también puede contribuir a la infección por SARS-Cov-2 y COVID-19.

Se ha demostrado un mayor riesgo de infección por SARS-Cov-2 y peores resultados de COVID-19, consistentes en un mayor riesgo de hospitalización, acceso a unidades de cuidados intensivos y mortalidad, en ancianos y en individuos afectados por comorbilidades distintas a la hipertensión como diabetes, enfermedades cardiovasculares (CV) y cerebrovasculares previas, obesidad y enfermedades pulmonares crónicas⁹⁶

En un estudio observacional realizado en una cohorte de 12.594 pacientes en la ciudad de Nueva York, se reportó hipertensión en un 34,6% ⁹⁷ Sin embargo, la hipertensión se reportó con frecuencia en asociación con la diabetes, particularmente en pacientes que experimentaron un curso más severo de la enfermedad, ingresados en unidades de cuidados intensivos y que recibieron ventilación mecánica o incluso murieron. La asociación entre COVID-19

e hipertensión no parece sorprendente y no implica necesariamente una relación causal, debido a la gran prevalencia de PA alta en todo el mundo, afectando al 25% de la población adulta con un pico de prevalencia > el 60% en la población anciana ⁹⁸. Así, la hipertensión se presenta con mayor frecuencia en ancianos y en sujetos

afectados por otras comorbilidades, que son las categorías en las que se incrementa el riesgo de peor pronóstico de la COVID-19.

En una cohorte francesa de más de 87.000 personas, las enfermedades cardiometabólicas (como obesidad, diabetes, hipertensión, dislipidemia), la enfermedad cardiovascular (ictus y secuelas de ictus, IC, EAC, arritmias cardíacas o trastornos de la conducción, valvulopatía, arteriopatía periférica), las enfermedades respiratorias crónicas y la ERC grave se asociaron a un riesgo mucho mayor de hospitalización por COVID-19 y de mortalidad hospitalaria. La alta tasa de comorbilidad entre los pacientes hospitalizados por neumonía por COVID-19 fue de hasta el 69% en los de > 65 años⁹⁹.

Estas observaciones sugieren que la hipertensión puede no desempeñar un papel independiente en la infección por SARS-Cov-2 y COVID-19, sino que el efecto de la hipertensión en el curso de la COVID-19 está influenciado por la edad avanzada y la interacción con otros factores de riesgo CV.

La hipertensión es un factor de riesgo importante para la disfunción endotelial y la aterosclerosis. Por lo tanto, la presencia de estas condiciones subclínicas podría tener un impacto en el resultado CV en pacientes con COVID-19¹⁰⁰. Por otra parte, entre los diferentes cambios fisiopatológicos en el sistema CV en pacientes hipertensos, la hipertrofia ventricular izquierda y la fibrosis, asociada eventualmente a la IC con fracción de eyección preservada, pueden contribuir a la mayor susceptibilidad al daño inducido por el SARS-CoV-2 en el corazón, incluido el daño isquémico, y al desarrollo de arritmias auriculares y ventriculares¹⁰¹. La hipertensión también puede contribuir al desarrollo de ERC, que representa una condición predisponente a la progresión de la lesión renal aguda en pacientes con COVID-19 grave, y puede impactar en el pronóstico¹⁰²

La relación entre la hipertensión y la COVID-19 puede implicar vías inflamatorias comunes. De hecho, una gran cantidad de evidencia apoya la hipótesis de que la hipertensión está asociada con la activación inmune y el estrés oxidativo, que consiste en la producción de especies reactivas de oxígeno, una mayor actividad de las NADPH oxidasas, la migración celular y la adhesión a la superficie endotelial ¹⁰³

Se ha demostrado que tanto las células innatas (es decir, macrófagos, microglía, monocitos, células dendríticas y células supresoras derivadas de mieloides) como las células inmunitarias adaptativas (es decir, células T CD8+, células CD4+ [células Th1, Th17 y Treg], células T y células B) favorecen el desarrollo de la hipertensión en el contexto de la COVID-19, en particular a través de la activación del inflamasoma relacionado con NLRP3 y la secreción de citocinas (por ejemplo, interleucina-6, -7 y -17, interferón [IFN]-gamma y factor de necrosis tumoral [TNF]-alfa). Estos mecanismos inmunitarios también contribuyen significativamente a acelerar el daño a los órganos terminales. La desregulación inmunitaria caracterizada por el aumento de los niveles de interleucina-2, -6 y -7, el factor estimulante de colonias de granulocitos, la quimiocina 10 con motivo C-X-C, el ligando 2 de quimiocina [motivo C-C] y el TNF-alfa también se han asociado con la gravedad de la COVID-19. La COVID-19 se asocia a menudo a una tormenta de citoquinas que da lugar a una endotelitis que induce la permeabilidad vascular, la secreción de moléculas de adhesión (como ICAM-1, VCAM-1), TNF- α , angiopoyetina-2, eNOS a la baja y disminuye la producción de prostaciclina. Además, también induce la captura de plaquetas y la desregulación de las cascadas de coagulación, la activación de la trombina y la producción de fibrina. La disrupción del glicocáliz y el aumento de la liberación del factor von-Willebrand y el factor VIII, generalmente almacenados en el cuerpo de las células endoteliales de Weibel-Palade, también se han propuesto como factores contribuyentes a la disfunción endotelial y la formación de telas. Por el contrario, la activación de la angiopoyetina 2 puede contrarrestar y actuar como antagonista de la activación de Tie2 por la angiopoyetina 1, e induce una señalización antiinflamatoria, anticoaguladora y

antiapoptótica . La trombosis intravascular y la coagulación, además, pueden dañar aún más el endotelio manteniendo un círculo vicioso de inflamación y disfunción endotelial. Se han descrito microtrombosis extensas en la circulación coronaria y pulmonar y se asocian respectivamente a daño miocárdico con aumento de los niveles de troponina y a un espacio muerto inusual y derivación en el pulmón que contribuye a una hipoxia grave y dificultad respiratoria ^{104,105}

Tabla 3. Comorbilidades de los pacientes graves estudiados. IPK, 2021-2023

Comorbilidades	Frecuencia	Por ciento (%)
Ausente	15	8.3
Presente	164	91.6
-Hipertensión arterial	103	62.8
-Diabetes mellitus	58	35.3
-Obesidad	26	15.8
-Cardiovasculares	5	3.0
- Respiratorias (Asma y EPOC)	17	10.3
-Otras no VIH	23	14.0

Fuente: Historia clínicas

La tabla 3 resalta condiciones especiales de los pacientes incluidos en el estudio, debido al contexto epidemiológico de este periodo. Se observó que el 69,8 % de los pacientes tenían diagnóstico de infección por SARS CoV- 2 (Covid-19) predominando sobre el 12,3 % positivos al VIH,

Tabla 4. Características epidemiológicas relevantes de los pacientes hospitalizados en la Unidad de Cuidados intensivos del CH- IPK. 2021-2023

Covid-19	Frecuencia n (%)	Frecuencia acumulada n (%)
Presente	125 (69.8)	125 (69,8)
Ausente	54(30.2)	179 (100,0)
VIH		
Presente	22 (12,3)	22 (12,3)
Ausente	157(87.7)	179 (100,0)

Fuente: Historia clínicas

La evolución de los casos envolvió el estado al egreso de estos, además características clínicas de las complicaciones; a través de la tabla 4 se aprecia un predominio a favor de la evolución satisfactoria de los enfermos.

La mortalidad en las unidades de cuidados intensivos a nivel mundial y nacional vivieron un antes y un después de la pandemia de COVID 19 con la saturación de los servicios de atención al grave, por las propias características de esta enfermedad. La mortalidad reportada por varios autores en las unidades de cuidados intensivos es variable que va desde un 88%¹⁰⁶ dependiendo del grupo etario, la ventilación mecánica y la situación puntual de saturación de los servicios de salud en un periodo de tiempo dado. Es así como varios reportes de estudios con diseño similar a este y enmarcados en igual periodo de tiempo reportan entre un 16% ¹⁰⁷a 52%⁹² de mortalidad en UCI.

Paolo et al.⁹¹ comunica un 35%, autores nacionales como Ramirez Gonzalez¹⁰⁸ informan datos similares.

Los profesionales se enfrentaron a una enfermedad de nueva aparición que provocó un número elevado de cuadros graves en un breve período de tiempo y que llevó a muchas UCI a la saturación. Además, existían dudas en cuanto a las formas de transmisión de la enfermedad, lo que condicionó el soporte respiratorio de los pacientes en favor de la VMI. La ausencia de tratamientos específicos llevó a que se

empleasen o evitasen fármacos en base al conocimiento adquirido en epidemias de neumonías víricas graves precedentes^{108,109}

En este estudio predominó el grupo etario de mayores de 50 años del sexo masculino donde la mayoría de los pacientes objeto de estudio tenían una o más comorbilidades factores estos que están relacionados con los peores resultados al egreso de la UCI.

En el estudio de cohorte británico OpenSAFELY de 17 millones de personas que se realizó con el objetivo de investigar los factores asociados con las muertes relacionadas con la COVID-19. Los resultados mostraron que las personas mayores de 80 años tenían un riesgo 20 veces mayor en comparación con las de 50 a 59 años. Los hombres tuvieron un riesgo ligeramente mayor que las mujeres. Además, la obesidad y la mayoría de las comorbilidades, incluidas las enfermedades cardíacas, pulmonares, renales y malignas, se asociaron con un mayor riesgo de muertes relacionadas con la COVID-19.^{110,111}

En el periodo de estudio se reporta desde el punto de vista epidemiológico un aumento continuado de la incidencia de casos asociados a la expansión de la circulación de la variante Beta y posteriormente Delta que según estudios de vigilancia genómica realizados en el IPK la variante Beta se asoció con la gravedad clínica.¹¹

Tabla 5. Distribución de los pacientes graves de acuerdo a la evolución clínica. UCI- IPK. 2021-2023

Evolución clínica	Frecuencia	Frecuencia acumulada n (%)
No satisfactoria	54 (30,2)	54 (30,2)
Satisfactoria	125 (69,8)	179 (100,0)

Fuente: Historia clínicas

El trabajo mostró las complicaciones más frecuentes que originaron la admisión en la UCI en la etapa estudiada, entre estas se destacaron el síndrome hiperinflamatorio (57,0 %), la sepsis (42,0 %), el SDRA (26,3 %), el shock séptico (24,0 %) y las causas cardiovasculares (5,0%). Ver tabla 5.

Debido al perfil del centro hospitalario del IPK y dentro de este, la UCI, el mayor volumen de ingresos está relacionado con las complicaciones derivadas de las infecciones, dígame, la sepsis y su estadio superior el shock séptico, además en el periodo de estudio la situación epidemiológica estuvo marcada por la pandemia de COVID 19 por tanto el síndrome hiperinflamatorio descrito en esta enfermedad marco la pauta en relación a la admisión en UCI.

Un estudio realizado al norte de México en un hospital de segundo nivel del IMSS reporta como causa más frecuente de admisión en UCI el SDRA seguido de la lesión renal aguda y el shock séptico¹¹³

Una revisión sistemática y meta análisis con datos tomados de PUMED hasta 2021 que incluyo 59 estudios y 36470 pacientes citan como primera causa de admisión en UCI el distrés respiratorio con necesidad de ventilación mecánica invasiva, la sepsis y el shock séptico.¹¹⁴

Casas Rojo J M y colaboradores¹¹⁵ reportan como complicación más frecuente que origina el traslado a una UCI el shock séptico, el SDRA y la falla renal aguda.

Resultados estos que difieren con los encontrados en este estudio.

Otros elementos a tomar en cuenta en relación al origen de la admisión en UCI y la gran variabilidad reportada nacional e internacionalmente está dado por la magnitud de las olas de contagio de COVID 19, los criterios de triaje para admisión en UCI ante la situación excepcional de crisis , la respuesta de los sistemas de salud a la pandemia con la disposición suficiente de camas con respiradores, la calidad de la atención reflejada en la alta tasa de mortalidad reportada en pacientes gravemente enfermos, la disposición de recursos, el diseño de las distintas investigaciones, y la elección de las variables, entre otros.

Los resultados de este estudio pudieran explicarse teniendo en cuenta la disposición de los recursos humanos en salas de cuidados mínimos y el protocolo del centro hospitalario relacionado con la COVID 19 donde existe una vigilancia estrecha en

pacientes de alto riesgo con su admisión precoz en UCI para vigilancia intensiva, varios estudios internacionales citan la demora en el ingreso en UCI como un factor independiente de mortalidad.

La disposición de los recursos necesarios tanto materiales como humanos en la UCI, este último con una alta percepción de riesgo en relación a las complicaciones de la enfermedad y por último la utilización de la ecografía pulmonar en el punto de atención como herramienta pronóstica para la oportuna toma de conductas médicas mas invasivas pudieran haber sido factores que hayan contribuido con los resultados encontrados.

Tabla 6. Origen de las complicaciones de los pacientes seleccionados en el estudio. UCI- IPK. 2021-2023

Complicación	Frecuencia N=179	Porcentaje (%)
Síndrome hiperinflamatorio	102	57,0
Sepsis	75	42,0
Shock séptico	43	24,0
Cardiovasculares	9	5,0
SDRA severo	47	26,3
Otras	10	5,6

Fuente: Historia clínicas

Cuando se clasificaron los pacientes teniendo en cuenta categoría obtenida por la escala SOFA basada en el riesgo a morir y representada en la tabla 6, se demostró que más del 70 % de los casos presentaban un puntaje entre 0-5, seguidos por un 21,2 % con una puntuación entre 6-10 y 7 casos (3,9 %) con cifras por encima de 10; estos resultados indicaron predominio de un grupo sobre otros.

En varios estudios revisados para esta investigación se sugiere que las puntuaciones SOFA pueden ser un factor de riesgo independiente de muerte

hospitalaria y pudieran usarse bien para evaluar la gravedad y el pronóstico de la COVID-19.

Zhou y col.¹¹⁶ demostraron que la edad avanzada, los niveles más altos de dímero D y las puntuaciones SOFA más altas en pacientes con COVID-19 al ingreso se asociaron con una alta mortalidad hospitalaria.

La puntuación SOFA se utilizó originalmente para evaluar la gravedad de la disfunción orgánica en pacientes con sepsis grave y se ha validado en pacientes de la UCI en múltiples regiones. Como los pacientes críticos suelen tener disfunción orgánica múltiple, la puntuación SOFA se ha utilizado ampliamente para predecir los resultados clínicos de los pacientes críticos¹¹⁷

Gupta y col¹¹⁸. resumieron las características clínicas de la infección por SARS-CoV-2, que no solo podría causar una lesión pulmonar grave, sino que también dañaría el corazón, el hígado, los riñones, el sistema nervioso, el sistema endocrino, el sistema sanguíneo y la piel, lo que provocaría arritmia, síndrome coronario agudo, trombosis, síntomas gastrointestinales, hiperglucemia y erupción cutánea. Por lo tanto, la puntuación SOFA puede evaluar de forma integral la disfunción orgánica múltiple causada por el SARS-CoV-2.

La sepsis es una disfunción orgánica potencialmente mortal, causada por la respuesta desregulada del huésped a la infección. El cambio rápido en la puntuación SOFA ≥ 2 puntos después de la infección se considera el criterio clínico de disfunción orgánica asociada a la sepsis. La puntuación SOFA ≥ 2 refleja aproximadamente el 10% del riesgo general de muerte de los pacientes sospechosos de estar infectados en los hospitales generales, e incluso los pacientes con disfunción orgánica moderada pueden deteriorarse aún más. Por lo tanto, enfatiza la gravedad de esta situación y recuerda a los médicos que deben intervenir de manera oportuna y apropiada. Otro estudio también mostró que entre 184.875 pacientes ingresados en la UCI, un aumento de 2 o más en la puntuación SOFA tuvo una mayor precisión pronóstica para la mortalidad intrahospitalaria que la puntuación SOFA rápida o el estándar del síndrome de respuesta inflamatoria sistémica. Cuando el valor de corte de la puntuación SOFA óptima es 5 (AUC: 0,995, IC del 95 %: 0,985-1,000,

sensibilidad: 100,00 %, especificidad: 95,40 %), se puede predecir el riesgo de mortalidad en pacientes con COVID-19. Con respecto a la tasa de mortalidad a los 60 días de los pacientes en los grupos de puntuación SOFA alta y baja, los pacientes del grupo de puntuación SOFA alta (puntuación SOFA ≥ 5) tuvieron un riesgo de muerte significativamente mayor que los del grupo de puntuación SOFA baja (puntuación SOFA < 5).¹¹⁹

Wang y col.¹²⁰ utilizaron la puntuación SOFA para evaluar el valor predictivo de la sepsis temprana y la mortalidad a los 30 días después del trasplante de hígado, lo que indica que la tasa de supervivencia de los pacientes con una puntuación SOFA > 5 dentro de 1 a 7 días después del trasplante de hígado fue significativamente menor que la de los pacientes con una puntuación SOFA ≤ 5 . Por lo tanto, la puntuación SOFA ≥ 5 se puede utilizar como un buen predictor de la mortalidad hospitalaria en pacientes con COVID-19. Además, los análisis de regresión de riesgos proporcionales de Cox univariados y multivariados demostraron que había una alta correlación entre la puntuación SOFA y la mortalidad hospitalaria, y la puntuación SOFA era un factor de riesgo de muerte en pacientes con COVID-19¹¹⁹. Estos resultados proporcionan una fuerte evidencia de la prioridad en el tratamiento y la atención especial temprana para los pacientes.

La tendencia ascendente en la puntuación SOFA conduce significativamente a una mayor mortalidad en pacientes con COVID-19 en la UCI. Por otro lado, la evaluación diaria de la puntuación SOFA es vital debido al reconocimiento a tiempo de la necesidad de una intervención terapéutica, así como de los cambios rápidos en la situación clínica y, en consecuencia, el pronóstico. Liu et al.¹²¹ compararon la función de SOFA y qSOFA en la predicción de la mortalidad en 140 pacientes con COVID-19. La puntuación SOFA con un punto de corte de ≥ 3 y una sensibilidad del 90% y una especificidad del 83,18% tuvo un mejor rendimiento que qSOFA. Por el contrario, en un estudio de 675 pacientes con COVID-19 con insuficiencia respiratoria, la puntuación SOFA no fue un predictor preciso de mortalidad antes de la intubación.¹²²

Este autor encontró que el mayor porcentaje de pacientes se agrupan en el rango de puntuaciones bajas esto pudiera explicarse por la precocidad de los ingresos en UCI procedente de salas de pacientes de alto riesgo sin elementos clínicos altos puntuadores del SOFA y que la toma del score solamente se realizó a la admisión de los pacientes en UCI.

Tabla 7. Distribución de los pacientes graves hospitalizados de acuerdo a la escala SOFA. UCI- IPK. 2021-2023

SOFA (Puntuación)	Frecuencia	Frecuencia acumulada n (%)
0-5	134 (74,9)	134 (74,9)
6-10	38 (21,2)	172 (96,1)
Mayor de 11	7 (3,9)	179 (100,0)

Fuente: Historia clínicas

De acuerdo a las imágenes interpretadas en la ecografía pulmonar el estudio mostró que solo el 3,9 % de los pacientes estudiados por complicaciones graves comportaron un patrón ecográfico pulmonar normal (patrón A). El patrón ecográfico más frecuente fueron las líneas B con un 96% desglosado en patrón B1 (30,2 %), patrón B2 (19,0 %) y patrón C el 46,9 %. Tabla 7.

Los reportes relacionados con los hallazgos en la ecografía pulmonar presentan un gran abanico de resultados en las series revisadas de pacientes en unidades de cuidados intensivos.

Existe una gran coincidencia en los bajos porcentajes de pacientes con patrón pulmonar normal (solamente líneas A) Lichter y col⁹³, Yasukama y col⁹⁵ y, Zhang¹²³ no reportan pacientes con estos hallazgos.

Kumar y col¹²⁴ en su investigación solamente reporta un 8%, resultados estos que coinciden con los encontrados en este trabajo.

Posiblemente esto se deba a las características de los pacientes admitidos en UCI en el periodo de investigación donde los motivos de ingreso no siempre fueron enfermedades que involucraran al pulmón.

Omer ¹²⁵ informa menos de un 50% de presencia de líneas B en su serie, sin embargo el resto de los autores citados para este estudio encuentran la presencia de este tipo de patrón ecográfico pulmonar en casi el 100% de sus series en las fracciones de pacientes graves.

En esta investigación predominó el hallazgo de líneas B en los pacientes estudiados coincidiendo con lo reportado.

Estos hallazgos sugieren un daño pulmonar parenquimatoso periférico difuso parcheado en caso de SDRA por COVID 19 el cual se ha reportado como típico.

Estos hallazgos también podrían obedecer a otras causas de síndrome intersticial como el encontrado en la insuficiencia cardíaca pero con otras características morfológicas y de distribución de las líneas B.

En relación al patrón C los reportes se encuentran en una media del 70 % en las investigaciones revisadas, resultado que se encuentran ligeramente por debajo de los hallados en este estudio pudiendo obedecer a diferencias en los reportes inter observador limitación de esta técnica. . Estas consolidaciones periféricas pueden considerarse el sello distintivo de la neumonía por COVID-19, junto con los demás signos del daño agudo intersticial. Consolidaciones similares se observan también en infartos pulmonares debidos a tromboembolismo pulmonar (TEP), estadios tempranos de neumonía bacteriana, absceso pulmonar subpleural pequeño, metástasis y focos subpleurales de cáncer de pulmón ¹²⁶. Por lo tanto, el diagnóstico diferencial del origen de estas consolidaciones aún está por explorar, ya que se ha demostrado que la COVID-19 puede complicarse con TEP e infecciones bacterianas cruzadas ¹²⁷

En una gran revisión sistemática que abarco datos de más de 4500 pacientes. Las líneas B, su presentación confluyente y las anomalías pleurales son los hallazgos más

frecuentes. En esta revisión en la sección de los pacientes graves admitidos en UCI se informa de una presencia de líneas B de casi la totalidad de los pacientes con un patrón B1 y B2 entre un 67 y 80 % respectivamente. La consolidación se reporta en un 70% de los graves.¹²⁸

Tabla 8. Identificación de patrones pulmonares en ecografías realizadas a los pacientes graves hospitalizados en UCI; IPK. 2021-2023

Ecografía (patrón pulmonar)	Frecuencia n (%)	Frecuencia acumulada n (%)
A	7 (3.9)	7 (3.9)
B1	54 (30.2)	61 (34,1)
B2	34 (19.0)	95 (53,0)
C	84 (46.9)	179 (100,0)

Fuente: Historia clínicas

El score de ecografía pulmonar (score USP) por siglas en ingles tabla 8 demostró que menos del 30 % de los pacientes con complicaciones graves presentan una puntuación por debajo de 12, categorizados como afectación pulmonar leve, el resto clasificó como formas moderadas y severas de compromiso de la aireación, 43,6 % y 27,9 % respectivamente.

Pere Trias-Sabria ¹²⁹ en su estudio encontró un score USP de corte ≥ 24 puntos presenta una sensibilidad del 100%, una especificidad del 69,2% y un área bajo la curva característica operativa del receptor de 0,85 para predecir un peor pronóstico.

Los sujetos con score USP ≥ 24 puntos tuvieron un mayor riesgo de ingreso en la UCI o muerte.¹³⁰

W.Yin ¹³¹informa que una puntuación alta del score USP al ingreso se asocia con un peor resultado y se relaciona de forma independiente con la mortalidad a los 28 días.

El score USP parece estar estrechamente relacionado con la progresión de la enfermedad (COVID 19). En los pacientes extubados con éxito, el score USP disminuyó y fue menor que en el momento de la intubación. Score USP ayudó con el diagnóstico de neumonía asociada a ventilación mecánica (NAV), mostrando un aumento en la puntuación y la presencia de nuevas consolidaciones pulmonares.¹³²

Una revisión sistemática y metanálisis integró los resultados de 13 estudios de cohorte que involucro a 1.022 pacientes hospitalizados con SDRA y mostró que una puntuación alta de score USP al ingreso puede estar asociada con un mayor riesgo de mortalidad hospitalaria de pacientes adultos con SDRA.

El ultrasonido posee numerosas ventajas, incluida su conveniencia de esterilización, asequibilidad y falta de radiación. En los últimos tiempos, la USP se ha convertido en un instrumento de diagnóstico preciso para las enfermedades respiratorias. Particularmente para los pacientes afectados por condiciones críticas como el SDRA, la USP se puede realizar al lado de la cama del paciente, mitigando así los peligros asociados con el transporte del paciente. Además, USP permite exámenes repetitivos, lo que lo convierte en una herramienta de seguimiento excepcional. Un ecografista administra el protocolo USP designado y posteriormente calcula la puntuación score USP, que se determina sumando las puntuaciones asignadas a cada región pulmonar examinada a través de las mediciones de la pérdida de aireación pulmonar. Los mecanismos que subyacen a la asociación entre un score USP alto y un mayor riesgo de mortalidad intrahospitalaria de los pacientes con SDRA pueden ser multifactoriales. En general, una puntuación más alta de score USP es indicativa de una distribución más severa de agua pulmonar extravascular, lo que dificulta indirectamente la oxigenación de la sangre. Además, se ha encontrado que una mayor puntuación de score USP en pacientes diagnosticados de SDRA se correlaciona con diversas variables clínicas que se asocian a un mal pronóstico, como la relación entre la presión parcial de oxígeno arterial y el oxígeno inspirado fraccional (PaO_2/FiO_2), los niveles séricos de ácido lactato y la puntuación del SOFA. Otro estudio realizado en pacientes con SDRA demostró que la puntuación de score USP medida al final de un ensayo de respiración espontánea

de 60 minutos podría servir como predictor de sufrimiento posterior a la extubación, lo que sugiere que una puntuación de score USP más alta también puede estar relacionada con el retraso de la extubación. Además, un estudio reciente se ha demostrado una correlación significativa entre una puntuación más alta en el score USP y la disnea en reposo y el esfuerzo informados por el paciente en individuos que han sobrevivido al SDRA después de su estancia en la UCI. Estos hallazgos implican que, además de su capacidad para predecir el pronóstico a corto plazo, la puntuación score USP puede servir como indicador del estado funcional a largo plazo de los pacientes con SDRA. Una puntuación alta en el score USP al ingreso puede sugerir un peor estado pulmonar, lo que requiere una evaluación intensiva oportuna con otros posibles exámenes bioquímicos e imagenológicos, y también un soporte respiratorio intensivo.¹³³

Sin embargo Espersen C y col¹³⁴. plantean que en su investigación los hallazgos de ecografía pulmonar y la puntuación de la score USP no difirieron significativamente entre los sujetos con el resultado compuesto (incidencia de SDRA, el ingreso en la UCI y la mortalidad por todas las causas) y los que no lo tuvieron, y no se asociaron con los resultados en los análisis de regresión logística ajustados y no ajustados.

Tabla 9. Caracterización por niveles del compromiso de aireación según score de ecografía pulmonar(score USP) en los pacientes graves seleccionados. UCI; IPK. 2021-2023

Score Pulmonar (score USP) /	Ultrasonido	Frecuencia	Porcentaje (%)
Leve (<12)		51	28.5
Moderada (12 a 24)		78	43.6
Severa (> 24)		50	27.9
Total		179	100.0

Fuente: Historia clínicas

La exploración ecográfica de pulmón incluyó 12 áreas pulmonares, seis de cada hemitórax (derecho e izquierdo); como evidencia la figura 2. Los planos latero-posteriores bilaterales marcaron la diferencia constituyendo las áreas más afectadas, le siguieron en segundo lugar los planos anteriores y lateros posteriores y en tercer lugar los planos posteriores izquierdo. Con menor afectación se observaron los planos laterales y anteriores izquierdos. El resto fue afectado pero con menor frecuencia.

En relación a estos resultados en esta investigación fueron presumiblemente afectados por el número de pacientes admitidos en UCI durante el periodo de estudio caracterizado por la pandemia de COVID 19 ya que en estudio revisados estas localizaciones más frecuentes aquí descritas coinciden con lo reportado en la bibliografía revisada.

Paolo y colaboradores⁹¹ encuentran resultados similares a los descritos por este autor con un predominio de las afectaciones bilaterales en planos posteriores.

Así como Gianmarco⁹² en su estudio subraya la distribución predominante en los campos posteriores y laterales de los pulmones. Además, la afectación pulmonar bilateral estuvo presente en el 79,5% de su muestra. Dicha distribución concuerda con otras cohortes de pacientes con COVID-19, así como con los datos reportados basados en tomografías computarizadas (TAC), que muestran afectación pulmonar bilateral, opacidades multifocales en vidrio esmerilado y consolidación en periferia típico con un gradiente dependiente posterior, y más consolidación en las regiones postero-basales. Chen y col¹³⁵ informaron de una excelente correlación entre la TAC y la USP, siendo todos los hallazgos anormales de la TAC también detectados por la USP. Además, estos autores destacaron la correlación entre los patrones morfológicos de TAC y USP en COVID 19, la presencia de artefactos verticales confluentes de USP correspondientes al marco de TAC en vidrio esmerilado, solo en la detección de consolidaciones pulmonares subpleurales.

Los hallazgos de la zona anterior y superior reportados por Yasukawa⁹⁵ presentan un componente pronóstico. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Castela¹³⁶ y la afectación de las zonas pulmonares superiores en la TAC se ha asociado con un peor resultado clínico.

Yu y col ¹³⁷ al observar el valor pronóstico de los hallazgos de la TAC al ingreso describieron un aumento de la incidencia de consolidación del lóbulo inferior izquierdo con un peor desenlace, aunque el resultado no fue estadísticamente significativo.

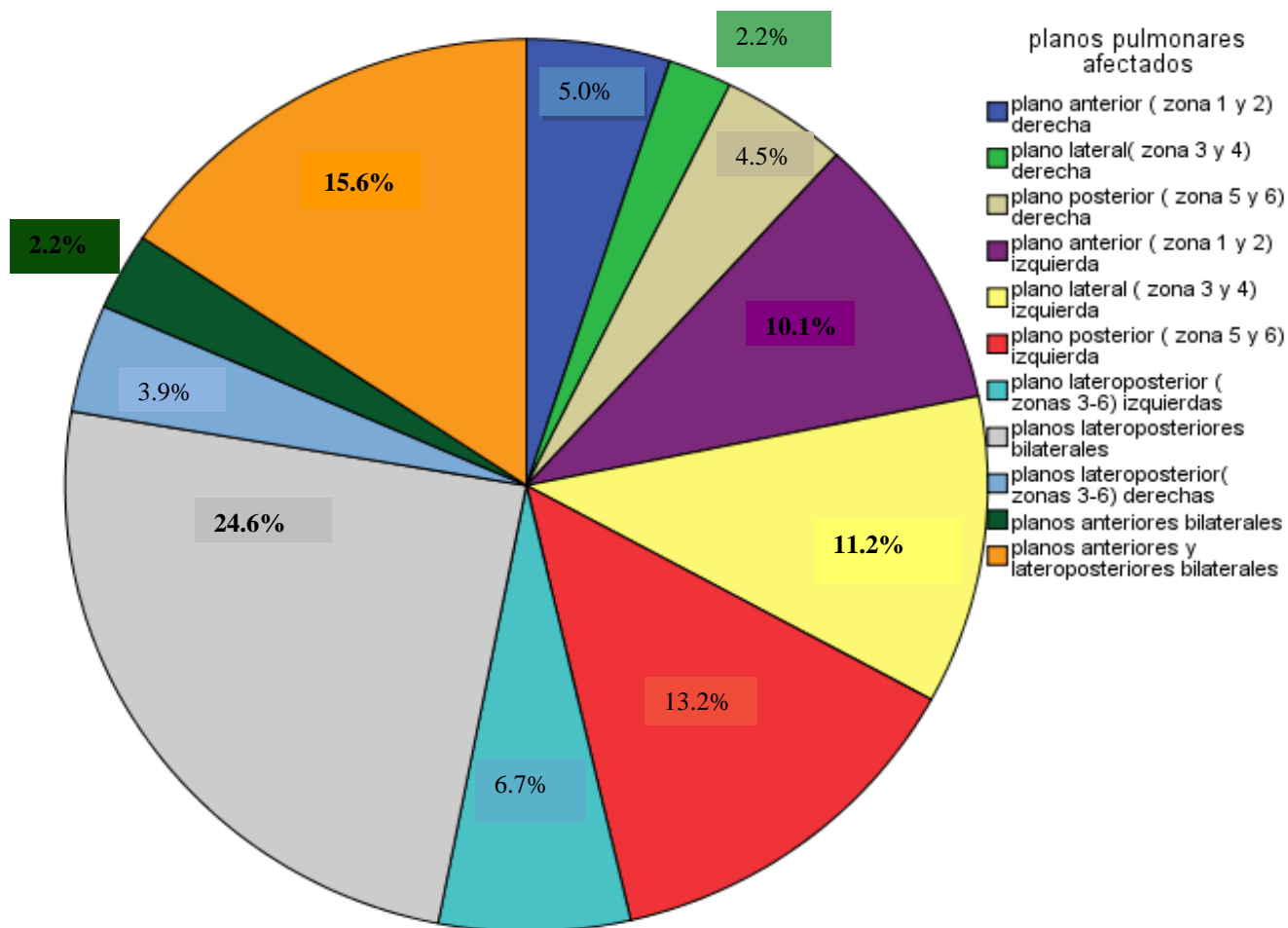


Figura 2. Planos Pulmonares afectados, UCI-IPK 2023

Fuente: Historias clínicas

Cuando se analizó la asociación entre el score de ecografía pulmonar y la presencia o ausencia de ventilación mecánica se observó que en el rango de puntuaciones moderadas severas se agrupó el mayor número de pacientes ventilados (55.4%) así

como en los no ventilados las puntuaciones del score fueros las más bajas (90%), demostrándose relación estadística entre estas variables.

En una revisión sistemática que finalmente incluyo 66 estudios de todas las áreas geográficas en las secciones encargadas de observar la relación entre las puntuaciones del score de ecografía pulmonar que evalúa la aeración pulmonar y la presencia de ventilación mecánica las altas puntuaciones del score se relacionan con el hecho de la ventilación mecánica invasiva. Estos autores informan diferentes puntos de corte del score, todos agrupados en puntuaciones mayores a 12 puntos.¹²⁸

Este estudio coincide con lo hallado por esas investigaciones.

Cuando se enfrenta a una enfermedad tan dinámica, un examen rápido de imagen a pie de cama como el USP puede ser extremadamente útil para distinguir entre los fenotipos de distres descritos , seguir el estado clínico de los pacientes y dirigir el tratamiento en consecuencia, permitiendo así cambios adecuados en el soporte respiratorio a una PEEP más alta, un volumen corriente bajo y una consideración temprana de la posición prona en pacientes con puntuaciones de USP crecientes y un número decreciente de segmentos normales lo que sugiere una rápida disminución de la compliance.⁹⁴

El uso de USP para cuantificar y monitorizar los cambios en la aireación pulmonar se ha descrito en pacientes críticos con SDRA. En los pacientes con COVID-19, al contrario de lo descrito en el SDRA "clásico" los patrones intersticiales y las consolidaciones contribuyen casi por igual a la falta de aireación, por lo que la gravedad de la insuficiencia respiratoria parece estar relacionada con la proporción general de tejido pulmonar que muestra opacidades en vidrio esmerilado.⁹³

Tabla10. Score USP asociado a ventilación mecánica en pacientes ingresados en UCI; IPK. 2021-2023

Ultrasonido Pulmonar Score	VMA		Total (%)	Valor p
	Presente n(%)	Ausente n(%)		
-Leve	5(9.8)	46(90)	51(100)	0.000
-Moderado- Severo	71(55.4)	57(44.5)	128(100)	
-Total	76	103	179	

Fuente: Historias Clínicas

Cuando se analizó la asociación entre el score pulmonar (score USP) y grado de hipoxia de los enfermos, se observó que de 50 pacientes con score USP > 24, 46 presentaban hipoxia severa. Se demostró relación estadística entre estas variables, además el OR indico que los pacientes con score USP mayor de 24 tienen 8,3 (2.81-24.38) veces mayor probabilidad de sufrir hipoxemia severa que los que tienen un score USP con valores inferiores a 24. Tabla 10

La relación inversa entre la relación PaO₂/FiO₂ y la puntuación score USP es una confirmación del importante papel de la evaluación ecográfica en el diagnóstico y la definición de la gravedad de la neumonía. Las observaciones de diferentes expertos como Gattinoni ^{138,139} y Volpicelli ^{138,140} reportan la hipótesis de que, a diferencia de lo observado en el SDRA, los patrones intersticial y de consolidación contribuyen igualmente a la reducción de la aireación pulmonar, y que probablemente sea la proporción total de tejido pulmonar que presenta alteraciones en vidrio esmerilado lo que determina la gravedad de la insuficiencia respiratoria.

En un estudio se observó una estrecha relación entre la puntuación score LUP y la gasometría arterial, en detalle con la relación PO₂/FIO₂ y PO₂/FIO₂ en FiO₂ del

21%. Estas correlaciones subrayan la capacidad de las imágenes de ultrasonido para detectar no solo el trastorno estructural sino también el funcional de los pulmones.⁹²

La correlación encontrada entre la PaO₂/FiO₂ y score USP apoya la hipótesis de que la gravedad de la insuficiencia respiratoria es atribuible más a un aspecto cuantitativo que cualitativo.¹⁴⁰

Estas investigaciones citadas concuerdan con los resultados encontrados en este estudio.

Tabla 11. Score USP asociado a grado de hipoxemia en pacientes ingresados en UCI; IPK. 2021-2023

Ultrasonido Pulmonar Score	Hipoxia severa n(%)	Hipoxia moderada n(%)	Total n (%)	Valor p	OR	(IC95%)
-Severa (> 24 puntos)	46 (92,0)	4(8,0)	50(100,0)	0.000	8,3	(2.81-
-Leve/moderado (< 24 puntos)	75(58,1)	54(41,9)	129(100,0)		24.38)	
Total	121	58	179			

Fuente: Historia clínicas

La determinación de asociación entre el score pulmonar y la evolución clínica y riesgo a morir de los enfermos mostró como de 54 pacientes con evolución no favorable 34 se encontraron en categoría severa de acuerdo al score USP. Se evidenció relación significativa entre ambas variables, además el OR indico que los pacientes con score USP mayor de 24 tienen 11,6 veces mayor probabilidad de evolucionar de forma no satisfactoria con riesgo de morir que los que tienen un scores USP por debajo de esta cifra. Tabla 11

García de Alencar ¹⁴²y colaboradores reportan que los pacientes no supervivientes tuvieron una puntuación global y anterolateral de la ecografía pulmonar más alta que los supervivientes.

Un reciente metanálisis que incluyó 13 estudios publicados entre 2014 y 2023 que incluyó 1.022 pacientes, reporta que los resultados agrupados indicaron que la puntuación del score USP al ingreso fue mayor en los no supervivientes en comparación con los supervivientes. Los análisis de subgrupos mostraron resultados consistentes en estudios con puntuación score USP analizada con 12 o 16 regiones pulmonares, y en estudios que informaron mortalidad durante la UCI o dentro de 1 mes de hospitalización.¹³³

Las características histopatológicas de la neumonía por COVID-19 se caracterizan por daño alveolar, incluido el edema alveolar, mientras que el componente inflamatorio es leve y en parches. Entonces pueden ocurrir procesos reparadores con hiperplasia de neumocitos y engrosamiento intersticial; En las fases avanzadas aparecen consolidaciones gravitatorias similares a las del distrés respiratorio, así como necrosis hemorrágica, congestión alveolar, edema, descamación y fibrosis.¹⁴¹Por lo tanto, las herramientas que pueden evaluar de forma fiable la afectación pulmonar también pueden predecir el deterioro clínico.

Lichter y col ⁹³ también demostraron que la puntuación score USP podía identificar la aparición de engrosamiento y derrame pleural, prediciendo un deterioro clínico que se traduciría en la necesidad de ventilación mecánica y mortalidad. En su estudio, una puntuación score USP superior a 18 indicaba una supervivencia significativamente menor.

Tabla 12. Score USP asociado con riesgo de morir en pacientes ingresados en UCI; IPK. 2021-2023

Ultrasonido Pulmonar Score N=179	Evolución No satisfactoria n(%)	Evolución Satisfactoria n(%)	Total (%)	Valor p (IC95% OR (IC95%))
Severa (≥24 puntos)	34(68)	16(32)	50(100)	0.000 11,6(5.40-24.80)
Leve/moderado (<24 puntos)	20(15,5)	109(84,4)	129(100)	
Total	54	125	179	

Fuente: Historia clínicas

CONCLUSIONES

- La hipertensión arterial y el síndrome hiperinflamatorio resultan condiciones frecuentes en los pacientes graves con diagnóstico de COVID -19.
- Las alteraciones ecográficas pulmonares constituyen un hecho habitual en los enfermos críticos; el patrón pulmonar B1 y el compromiso moderado de la aireación representan las principales afectaciones.
- El score ultrasonográfico pulmonar predice el grado de afectación en casos graves, lo que se evidencia a través de la asociación existente entre el compromiso severo de la aireación pulmonar con la hipoxia severa y la evolución clínica desfavorable de los enfermos.

RECOMENDACIONES

Realizar capacitaciones y cursos de entrenamiento al personal medico de la institución en ecografía pulmonar.

Ampliar el uso de la ecografía pulmonar a todos los servicios con el objetivo de detectar complicaciones de forma precoz en los enfermos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jacob J, Zorrilla J, Gené E, Alonso G, Rimbau P, Casarramona F, et al. Análisis del uso de la ecografía a pie de cama en los servicios de urgencias hospitalarios de Cataluña. Estudio ECURCAT. An. Sist Sanit Navar [internet]. 2018 [citado 5 ene. 2020];41(2):[aprox. 8 p.]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272018000200161 [Links]
2. Motta-Ramírez GA, Bastida-Alquicira J, Béjar-Cornejo JR, Craviotto AB, Salgado-Camarillo J. El ultrasonido y su papel preponderante en situaciones de urgencia. Anales Radiol Méx [internet]. 2014 [citado 4 ene. 2020];13(4):[aprox. 20 p.]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=54241> [Links]
3. Yic CD, Pontet Ubal J. Diagnóstico de neumotórax hipertensivo por ecografía. A propósito de un caso clínico. Rev Argent Terapia Int [internet]. 2017 [citado 5 ene. 2020];34(1):[aprox. 5 p.]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-883763>
4. Winkler MH, Touw HR, van de Ven PM, Twisk J, Tuinman PR. Diagnostic accuracy of chest radiograph, and when concomitantly studied lung ultrasound, in critically ill patients with respiratory symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2018;46(7):e707-e714.

5. Nazerian P, Volpicelli G, Vanni S, Gigli C, Betti L, Bartolucci M, et al. Accuracy of lung ultrasound for the diagnosis of consolidations when compared to chest computed tomography. *Am J Emerg Med*. 2015;33(5):620-625.

6. Pecho-Silva S. Rol del ultrasonido pulmonar en el diagnóstico de la neumonía por SARS-CoV-2: ¿Alternativa a la escasez de tomógrafos? *Rev Peru Med Exp Salud Publ* [internet]. 2020 [citado 4 ene. 2020];37(2):[aprox. 1 p.]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342020000200381 [Links]

7. Castillo J, Jerves M, Peña A, Monar A. Utilidad del ultrasonido diafragmático en pacientes críticos durante la deshabitación de la ventilación mecánica artificial. Habana-Cuba 2015. *Rev electrón Cien Dig* [internet]. 2018 [citado 4 ene. 2020];2(4):[aprox. 10 p.]. Disponible en: <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/218/192> [Links]

8. Ayuela Azcárate JM, Fraile Gutiérrez V, Pérez Torres D, Zapata L, Rodríguez A, Ochagavía A. Ecografía en el manejo del paciente crítico con infección por SARS-CoV-2 (COVID-19): una revisión narrativa. *Med Intensiva* [internet]. 2020 [citado 4 ene. 2021];44(9):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7198178/> [Links]

9. Álvarez Fernández JA, López Cuenca S, Abril Palomares E. Ecografía en la uci: una herramienta imprescindible para el paciente grave [internet]. España: Universidad tecnológica virtual: Conferencia. Aula-Salud; 2019 [citado 4 ene. 2020]. Disponible en: <https://ro.scribd.com/document/479142650/Ecografia-en-la-uci-una-herramienta-imprescindible> [Links]

10. Limonta S, Monge E, Montuori M, Morosi M, Galli M, Franzetti F. Lungultrasound in the management of pneumocystis pneumonia: A case series. *International Journal of STD & AIDS*. 2019;30(2):188-193. doi:10.1177/0956462418797872.

11. 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.

12. Godínez García F, Bravo Santibañez E, Vega Martínez D, González Carrillo PL. Implementación del ultrasonido pulmonar en la UCI durante la pandemia de COVID-19. *Med Crit* [internet]. 2020 [citado 4 ene. 2020];34(4):[aprox. 6 p.]. Disponible en: Fernández-Bussy S, Labarca G, Lanza M, Folch E, Majid A. Aplicaciones torácicas del ultrasonido. *Rev Med Chile* [internet]. 2016 [citado 4 ene. 2020];144(7):[aprox. 6 p.].

13. Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, Lichtenstein D (2019) Ultrasonido pulmonar para pacientes críticamente enfermos. *Am J Respir Crit Care Med* 199(6):701–714

14. Narula J, Chandrashekar Y, Braunwald E (2018) Es hora de agregar un quinto pilar al examen físico junto a la cama: inspección, palpación, percusión, auscultación e insonación. *JAMA Cardiol* 3(4):346–350.

15. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. 2012 Comité de Enlace Internacional sobre Ultrasonido Pulmonar (ILC-LUS) para la Conferencia de Consenso Internacional sobre Ultrasonido Pulmonar (ICC-LUS). Recomendaciones internacionales basadas en evidencia para la ecografía pulmonar en el lugar de atención. *Medicina de Cuidados Intensivos*. 38(4): 577–91.

16. Vetrugno L, Mojoli F, Boero E, Berchiolla P, Bignami EG, Orso D et al (2022) Nivel de difusión y entrenamiento de la ecografía pulmonar durante la pandemia de COVID-19: una encuesta nacional italiana en línea (ITALUS) desde el trabajo de la ecografía pulmonar grupo de la sociedad italiana de anestesia, analgesia, reanimación y cuidados intensivos (SIAARTI). *UltraschallMed* 43(5):464–472.

17. <http://www.acr.org> Panel ACR Informe del panel de expertos torácicos del Colegio Americano de Radiología. 1996. Consultado por última vez el 5 de noviembre de 2023.

18. Red de Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda; Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. Ventilación con volúmenes corrientes más bajos en comparación con los volúmenes corrientes tradicionales para la lesión pulmonar aguda y el síndrome de dificultad respiratoria aguda. *N Inglés J Med*. 4 de mayo de 2000; 342 (18): 1301-8. doi:

19. Archivo de Guías de Práctica Clínica. Contenido revisado por última vez en julio de 2018. Agencia para la Investigación y la Calidad de la Atención Médica, Rockville, MD. Consultado por última vez el 5 de noviembre de 2023.

20. Orientación sobre el uso de dispositivos de localización por ultrasonido para la colocación de catéteres venosos centrales. Instituto Nacional para la Excelencia en Salud y Atención. Consultado por última vez el 5 de noviembre de 2023.

21. Lichtenstein DA, Menu Y (1995) Un signo de ecografía junto a la cama que descarta el neumotórax en pacientes críticos. Pecho deslizante del pulmón 108(5):1345–1348. .

22. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A (2000) El "punto pulmón": un signo ecográfico específico del neumotórax. Medicina de cuidados intensivos 26(10):1434–1440.

23. Lichtenstein DA, Lascols N, Prin S, Mezière G (2003) El "pulso pulmonar": un signo ecográfico temprano de atelectasia completa. Medicina de cuidados intensivos 29(12):2187–2192. . (**Publicación electrónica del 14 de octubre de 2003 PMID: 14557855**)

24. Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J (2009) El broncograma aéreo dinámico. Signo ecográfico pulmonar de consolidación alveolar que descarta atelectasia. *Cofre* 135(6):1421–1425 . (**Publicación electrónica del 18 de febrero de 2009** **PMID: 19225063**)

25. Lichtenstein D, Axler O (1993) Uso intensivo de ultrasonido general en la unidad de cuidados intensivos. Estudio prospectivo de 150 pacientes consecutivos. *Medicina de cuidados intensivos* 19(6):353–355.

26. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ (2004) Rendimientos diagnósticos comparativos de la auscultación, la radiografía de tórax y la ecografía pulmonar en el síndrome de dificultad respiratoria aguda. *Anestesiología* 100(1):9–15

27. Lichtenstein DA, Mezière GA (2013) Relevancia de la ecografía pulmonar en el diagnóstico de insuficiencia respiratoria aguda: el protocolo BLUE. *CHEST* 134(1):117–125

28. Neskovic AN, Hagendorff A, Lancellotti P, Guarracino F, Varga A, Cosyns B, et al. 2013 Asociación Europea de Imagenología Cardiovascular. Ecocardiografía de urgencia recomendaciones de la

Asociación Europea de Imagen Cardiovascular. EurHeart J Cardiovasclmaging. 14(1): 1–11.

29. Miglioranza MH, Gargani L, Sant'Anna RT, Rover MM, Martins VM, Mantovani A et al (2013) Ultrasonido pulmonar para la evaluación de la congestión pulmonar en pacientes ambulatorios: una comparación con la evaluación clínica, los péptidos natriuréticos y la ecocardiografía. JACC Cardiovasclmaging 6(11):1141–1151.
30. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al; Grupo de Documento Científico ESC. Directrices ESC de 2016 para el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda y crónica: Grupo de trabajo para el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda y crónica de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) Desarrollado con la contribución especial de la HeartFailureAssociation (HFA)) del CES. EurHeart J. 14 de julio de 2016; 37 (27): 2129-2200. doi: .
31. Jambrik Z, Monti S, Coppola V, Agricola E, Mottola G, Miniati M, et al. Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water. AmJCardiol. 2004;93:1265–70.
32. Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G, Cardinale L, Casoli G, Perotto F, et al. Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar- interstitial syndrome. Am J Emerg Med. 2006; 24 : 689–96.
33. Feldman M K , Katyal S , Blackwood M S. US artifacts. Radiograp- hics. 2009; 29: 1179–89.

34. Copetti R, Soldati G, Copetti P. Chest sonography: A useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovasc Ultrasound*. 2008 ;6:16–26.
35. Agricola E, Bove T, Oppizi M, Marino G, Zangrillo A, Margonato A, et al. “Ultrasound comet - tail images” :A marker of pulmonary edema : A comparative study with wedge pressure and extra-vascular lung water. *Chest*. 2005; 127: 1690–5
36. Prada G, Vieillard-Baron A, Martin AK, Hernandez A, Mookadam F, Ramakrishna H, et al. Tracheal lung, and diaphragmatic applications of M-mode ultrasonography in anesthesiology and critical care. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021;35:310---22,
37. Yang P C, Luh K T, Chang D B, Yu C J, Kuo S H, Wu H D. Ultrasonographic evaluation of pulmonary consolidation. *Am Rev Respir Dis*. 1992 ; 146 : 757 – 62.
38. Targhetta R, Chavagneux R, Bourgeois J M, Dauzat M, Balmes P, Pourcelot L. Sonographic approach to diagnosing pulmonary consolidation. *J Ultrasound Med*. 1992 ; 11 :667 – 72.
39. Fraile Gutiérrez V, Ayuela Azcárate JM, Pérez-Torres D, Zapata L, Rodríguez Yakushev A, Ochagavía A. Ecografía en el manejo del paciente

crítico con infección por SARS-CoV-2 (COVID-19): una revisión narrativa.
Med Intensiva. 2020;44:551

40. Volpicelli G, Gargani L. Sonographic signs and patterns of COVID-19 pneumonia. *Ultrasound J.* 2020;12:22
41. Gil-Rodríguez J, Pérez de Rojas J, Aranda-Laserna P, Benavente-Fernández , Martos-Ruiz M, Peregrina-Rivas JA, et al. Ultrasound findings of lung ultrasonography in COVID-19: A systematic review. *Eur J Radiol.* 2022;148:110156.
42. Millington SJ, Koenig S, Mayo P, Volpicelli G. Lung ultrasound for patients with coronavirus disease 2019 pulmonary disease. *Chest.* 2021;159:205---11
43. Yang P C, Luh K T, Chang D B, Wu H D, Yu C J , Kuo S H. Value of sonography in determining the nature of pleural effusion: Analysis of 320 cases. *Am J Roentgenol.* 1992; 159:29–33.
44. Roch A, Bojan M, Michelet P, Romain F, Bregeon F, Papazian L, et al. *Chest.* 2005; 127:224–32.
45. Balik M, Plasil P, Waldauf P, Pazout J, Fric M, Otahal M, et al. Ultrasound estimation of volume of pleural fluid in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med.* 2006; 32:318–21.
46. Lichtenstein D, Menu Y. A bed side ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill : Lung sliding. *Chest.* 1995; 108:1345–8.

47. Murphy M, Nagdev A, Sisson C. Lack of lung sliding on ultrasound does not always indicate a pneumothorax. *Resuscitation*. 2008;77:270.
48. Lichtenstein DA, Meziere G, Biderman P, Gepner A. The comet-tail artifact: An ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med*. 1999;25:383–8.
49. Sotoodehnia M, Rafiemanesh H, Mirfazaelian H, Safaie A, Baratloo A. Ultrasonography indicators for predicting difficult intubation: A systematic review and meta-analysis. *BMC Emerg Med*. 2021;21:76
50. Senussi MH, Kantamneni PC, Latifi M, Omranian AP, Krveshi L, Barakat AF, et al. Protocolized tracheal and thoracic ultrasound for confirmation of endotracheal intubation and positioning: A multicenter observational study. *Crit Care Explor*. 2020;2:e0225.
51. Bouhemad B, Liu ZH, Arbelot C, Zhang M, Ferarri F, le-Guen M, et al. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med*. 2010;38:84–92
52. Bouhemad B, Mongodi S, Via G, Rouquette I. Ultrasonido para la "monitorización pulmonar" de pacientes ventilados. *Anestesiología*. 2015; 122 (2):437–447.
53. Cammarota G, Bruni A, Morettini G, Vitali L, Brunelli F, Tinarelli F, et al. Ultrasonido pulmonar para evaluar los cambios de aireación en respuesta a la maniobra de reclutamiento y la posición prona en pacientes intubados con neumonía por COVID-19: estudio preliminar. *Ultrasound J*. 2023; 15 (1):3.

54. Vetrugno L, Baciarello M, Bignami E, Bonetti A, Saturno F, Orso D, et al. El aumento "pandémico" del uso de la ecografía pulmonar en respuesta a la COVID-19: ¿podemos complementar los hallazgos de la tomografía computarizada? Una revisión narrativa. *Ultrasound J.* 2020; 12 (1):39.
55. Soummer A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, Constantin JM, Lu Q, et al. LungUltrasoundStudyGroup. La evaluación ecográfica de la pérdida de aireación pulmonar durante una prueba de destete exitosa predice el sufrimiento posterior a la extubación. *CritCareMed.* 2012; 40 (7):2064–2072.
56. Via G, Lichtenstein D, Mojoli F, Rodi G, Neri L, Storti E, et al. Lavado pulmonar completo: un modelo único para la evaluación ecográfica de los cambios en la aireación pulmonar. *IntensiveCareMed.* 2010; 36 (6):999–1007.
57. Lichter Y, Topilsky Y, Taieb P, Banai A, Hochstadt A, Merdler I, et al. La ecografía pulmonar predice el curso clínico y los resultados en pacientes con COVID-19. *IntensiveCareMed.* 2020; 46 (10):1873–1883.
58. Prat G, Guinard S, Bizien N, Nowak E, Tonnelier JM, Alavi Z, et al. Can lung ultrasonography predict prone positioning response in acute respiratory distress syndrome patients? *J Crit Care.* 2016;32:36---41
59. Constantin JM, Grasso S, Chanques G, Aufort S, Futier E, Sebbane M, et al. Lung morphology predicts response to recruitment maneuver in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 2010;38:1108---17.
60. Constantin JM, Jabaudon M, Lefrant JY, Jaber S, Quenot JP, Langeron O, et al. Personalised mechanical ventilation tailored to lung morphology versus low positive end-expiratory pressure for patients with acute respiratory distress

syndrome in France (the LIVE study): A multicentre, single-blind, randomised controlled trial. *Lancet Respir Med.* 2019;7:870---80.

61. Costamagna A, Pivetta E, Goffi A, Steinberg I, Arina P, Mazzeo AT, et al. Clinical performance of lung ultrasound in predicting ARDS morphology. *Ann Intensive Care.* 2021;11:51.

62. Pierrakos C, Smit MR, Pisani L, Paulus F, Schultz MJ, Constantin JM, et al. Lung ultrasound assessment of focal and non-focal lung morphology in patients with acute respiratory distress syndrome. *Front Physiol.* 2021;12:730857.

63. Walburgh-Schmidt RS, Smit JM, et al. Lung ultrasound to predict gas-exchange response to prone positioning in COVID-19 patients: A prospective study in pilot and confirmation cohorts. *J Crit Care.* 2023;73:154173.

64. Haddam M, Zieleskiewicz L, Perbet S, Baldovini A, Guervilly C, Arbelot C, et al. Lung ultrasonography for assessment of oxygenation response to prone position ventilation in ARDS. *Intensive Care Med.* 2016;42:1546---56.

65. Guerin C, Gattinoni L. Assessment of oxygenation response to prone position ventilation in ARDS by lung ultrasonography. *Intensive Care Med.* 2016;42:1601--3.

66. Avdeev SN, Nekludova GV, Trushenko NV, Tsareva NA, Yaroshetskiy AI, Kosanovic D. Lung ultrasound can predict response to the prone position in awake non-intubated patients with COVID-19 associated acute respiratory distress syndrome. *Crit Care.* 2021;25:35.

67. Tusman G, Acosta CM, Costantini M. Ultrasonography for the assessment of lung recruitment maneuvers. *Crit Ultrasound J.* 2016;8:8.
68. 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;183:341---7
69. Béduneau G, Pham T, Schortgen F, Piquilloud L, Zogheib E, Jonas M, et al. Epidemiology of weaning outcome according to a new definition. The WIND study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195:772---83.
70. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2007;29:1033---56.
71. Ferré A, Guillot M, Lichtenstein D, Mezière G, Richard C, Teboul JL, et al. Lung ultrasound allows the diagnosis of weaning-induced pulmonary edema. *Intensive Care Med.* 2019;45:601---8
72. Picano E, Vañó E, Rehani MM, Cuocolo A, Mont L, Bodi V, et al. El uso apropiado y justificado de la radiación médica en la obtención de imágenes cardiovasculares: un documento de posición de las Asociaciones ESC de Imagen Cardiovascular, Intervenciones Cardiovasculares Percutáneas y Electrofisiología. *EurHeart J.* 2014; 35 (10):665–672.
73. Gargani L, Picano E. El riesgo de exposición a radiación acumulada en imágenes de tórax y la ventaja de la ecografía en la cama del paciente. *CritUltrasound J.* 2015; 28 (7):4.

74. Cammarota G, Simonte R, Longhini F, Spadaro S, Vetrugno L, De Robertis E. Monitorización avanzada en el punto de atención en la cama del paciente para la insuficiencia respiratoria aguda. *Anestesiología*. 2023; 138 (3):317–334.
75. Cammarota G, Vetrugno L, Longhini F. Monitorización ecográfica pulmonar: impacto en la economía y los resultados. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2023;36(2): 234-239.
76. Russell FM, Ehrman RR, Barton A, Sarmiento E, Ottenhoff JE, Nti BK. Cuantificación de la línea B: comparación de los principiantes con la ecografía pulmonar asistida por tecnología de inteligencia artificial de la máquina con la revisión de expertos. *Ultrasound J*. 2021; 13 (1):33.
77. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al. Declaración del American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française sobre competencia en ecografía en cuidados intensivos. *Pecho*. 2009; 135 (4): 1050–1060.
78. Kraaijenbrink BVC, Mousa A, Bos LD, Paulus F, Tuinman PR. Definición de habilidades básicas de ecografía (pulmonar): ¿no es tan básica después de todo? *Intensive Care Med*. 2022; 48 (5):628–629.
79. Mongodi S, Bonomi F, Vaschetto R, Robba C, Salve G, Volta CA, et al. Capacitación en ultrasonido en el punto de atención para residentes en anestesia y cuidados intensivos: resultados de una encuesta nacional que compara las perspectivas de los residentes y los directores de programas de capacitación. *BMC Med Educ*. 2022; 22 (1):647.

80. Slemko JM, Daniels VJ, Bagshaw SM, Ma IWY, Brindley PG, Buchanan BM. Capacitación en ecografía para cuidados críticos: una encuesta que explora la "brecha educativa" entre el potencial y la realidad en Canadá. *Ultrasound J.* 2021; 13 (1):48.
81. Hejblum G, Chalumeau-Lemoine L, Ioos V, Boëlle PY, Salomon L, Simon T, et al. Comparación de la prescripción de radiografías de tórax de rutina y a demanda en adultos con ventilación mecánica: un estudio multicéntrico, aleatorizado por grupos y cruzado de dos períodos. *Lancet.* 2009; 374 (9702):1687–1693.
82. Brogi E, Bignami E, Sidoti A, Shawar M, Gargani L, Vetrugno L, et al. ¿Podría el uso de la ecografía pulmonar en la cama del paciente reducir el número de radiografías de tórax en la unidad de cuidados intensivos? *CardiovascUltrasound.* 2017; 15 (1):23.
83. Peris A, Tutino L, Zagli G, Batacchi S, Cianchi G, Spina R, et al. El uso de la ecografía pulmonar en el punto de atención reduce significativamente la cantidad de radiografías y tomografías computarizadas en pacientes con enfermedades graves. *AnesthAnalg.* 2010; 111 (3):687–692.
84. Scott J, Waite S, Napolitano A. Restricción de la radiografía de tórax diaria en la unidad de cuidados intensivos: implementación de la medicina basada en evidencia para disminuir su utilización. *J Am CollRadiol.* 2021.
85. Cardinale L, Volpicelli G, Lamorte A, Martino J, Veltri A. Revisión de los signos, las fortalezas y las debilidades de la radiografía de tórax estándar en pacientes con disnea aguda en el departamento de emergencias. *J ThoracDis.* 2012; 4 (4):398–407.

86. Blazic I, Cogliati C, Flor N, Frija G, Kawooya M, Umbrello M, et al. El uso de la ecografía pulmonar en la COVID-19. *ERJ Open Res.* 2023; 9 (1):00196–2022.
87. Manzur-Sandoval Daniel, García-Cruz Edgar, Gopar-Nieto Rodrigo, Araiza-Garaygordobil Diego, Garza-de la Maza Arturo, Ramírez-Lara Edith et al . Uso de ultrasonido pulmonar para predecir mortalidad intrahospitalaria en pacientes con infección por COVID-19. *Gac. Méd. Méx [revista en la Internet].* 2021 Jun [citado 2024 Ago 29]; 157(3): 261-266
88. Banai A, Lupu L, Shetrit A, Hochstadt A, Lichter Y, Levi E, Szekely Y, Schellekes N, Jacoby T, Zahler D, Itach T, Taieb P, Gefen S, Viskin D, Shidlansik L, Adler A, Levitsky E, Havakuk O, Banai S, Ghantous E, Topilsky Y. Systematic lung ultrasound in Omicron-type vs. wild-type COVID-19. *EurHeart J Cardiovasclmaging.* 2022 Dec 19;24(1):59-67.
89. Bosso G., Allegorico E., Pagano A., Porta G., Serra C., Minerva V., Mercurio V., Russo T., Altruda C., Arbo P., De Sio C., Dello Vicario F., Numis F.G. Ecografía pulmonar como herramienta diagnóstica para la infección por SARS-CoV-2, Pasante. *Emerg. Med.* 2021; 16(2):471–476.
90. Persona, BP, Valeri, I., Zarantonello, F. *et al.* Corrección de: Pacientes en la unidad de cuidados intensivos por neumonía por COVID-19: patrones de ecografía pulmonar al ingreso y al alta. Un estudio piloto observacional. *Ultrasound J* 13 , 15 (2021).
91. Grasselli G, Greco M, Zanella A, Albano G, Antonelli M, Bellani G, Bonanomi E, Cabrini L, Carlesso E, Castelli G, Cattaneo S, Cereda D, Colombo S, Coluccello A, Crescini G, ForastieriMolinari A, Foti G, Fumagalli R, Iotti GA, Langer T, Latronico N, Lorini FL, Mojoli F, Natalini G, Pessina CM, Ranieri VM, Rech R, Scudeller L, Rosano A, Storti E, Thompson BT, Tirani M, Villani PG, Pesenti A, Cecconi M; COVID-19 Lombardy ICU Network.

RiskFactorsAssociatedWithMortalityAmongPatientsWith COVID-19 in IntensiveCareUnits in Lombardy, Italy. *JAMA InternMed.* 2020 Oct 1;180(10):1345-1355. doi: 10.1001/jamainternmed.2020.3539. Erratum in: *JAMA InternMed.* 2021 Jul 1;181(7):1021

92. Lichter Y., Topilsky Y., Taieb P., Banai A., Hochstadt A., Merdler I., Gal Oz A., Vine J., Goren O.r., Cohen B., Sapir O., Granot Y., Mann T., Friedman S., Angel Y., Adi N., Laufer-Perl M., Ingbir M., Arbel Y., Matot I., Szekely Y. La ecografía pulmonar predice el curso clínico y los resultados en pacientes con COVID-19. *Medicina de Cuidados Intensivos.* 2020; 46(10):1873-1883. doi: 10.1007/s00134-020-06212-1.

93. Secco G, Delorenzo M, Salinaro F, et al. Presentación ecográfica pulmonar de pacientes con COVID-19: fenotipos y correlaciones. *Pasante Emerg Med.* 2021; 16(5):1317–27.

94. Yasukawa K, Minami T, Boulware DR, Shimada A, Fischer EA. Point-of-CareLungUltrasoundfor COVID-19: Findings and PrognosticImplicationsFrom 105 ConsecutivePatients. *J IntensiveCareMed.* 2021 Mar;36(3):334-342. Doi: 10.1177/0885066620988831. PMID: 33535883; PMCID: PMC7863119.

95. Vincent JL, Taccone FS. Comprender las vías hacia la muerte en pacientes con COVID-19. *Lancet Respir Med.* 2020; 8:430-432.

96. Reynolds HR, Adhikari S, Pulgarin C, Troxel AB, Iturrate E, Johnson SB, Hausvater A, Newman JD, Berger JS, Bangalore S, Katz SD, Fishman GI, Kunichoff D, Chen Y, Ogedegbe G, Hochman JS. Inhibidores del sistema renina-angiotensina-aldosterona y riesgo de Covid-19. *N Engl J Med.* 2020; 382(25):2441–2448.

97. Colaboración entre factores de riesgo de enfermedades no transmisibles (NCD-RisC). Tendencias mundiales en la prevalencia de la hipertensión y el progreso en el tratamiento y el control desde 1990 hasta 2019: un análisis agrupado de 1201 estudios representativos de la población con 104 millones de participantes. *Lancet*. 2021; 398(10304):957–80.
98. Semenzato L, Botton J, Drouin J, Cuenot F, Dray-Spira R, Weill A, Zureik M. Enfermedades crónicas, condiciones de salud y riesgo de hospitalización y mortalidad hospitalaria relacionadas con COVID-19 durante la primera ola de la epidemia en Francia: un estudio de cohorte de 66 millones de personas. *Lancet Reg Health Eur*. 2021; 8:100158.
99. Savoia C, Volpe M, Kreutz R. Hipertensión, un objetivo móvil en COVID-19: puntos de vista y perspectivas actuales. *Circ Res*. 2021; 128(7):1062-1079.
100. Lala A, Johnson KW, Januzzi JL, Russak AJ, Paranjpe I, Richter F, Zhao S, Somani S, Van Vleck T, Vaid A, et al, Centro de Informática COVID del Monte Sinaí. Prevalencia e impacto de la lesión miocárdica en pacientes hospitalizados con infección por COVID-19. *J Am Coll Cardiol*. 2020; 76:533–46.
101. Braun F, Lütgehetmann M, Pfefferle S, Wong MN, Carsten A, Lindenmeyer MT, Nörz D, Heinrich F, Meißner K, Wichmann D, Kluge S, Gross O, Pueschel K, Schröder AS, Edler C, Aepfelbacher M, Puelles VG, Huber TB. El tropismo renal del SARS-CoV-2 se asocia con lesión renal aguda. *Lancet*. 2020; 396(10251):597–598.
102. Patricio DM, Van Beusecum JP, Kirabo A. El papel de la inflamación en la hipertensión: conceptos novedosos. *Curr Opin Physiol*. 2021; Isaiás 19:92-98.

103. Lindner D, Fitzek A, Bräuninger H, Aleshcheva G, Edler C, Meissner K, Scherschel K, Kirchhof P, Escher F, Schultheiss HP, Blankenberg S, Püschel K, Westermann D. Asociación de infección cardíaca con SARS-CoV-2 en casos confirmados de autopsia de COVID-19. *JAMA Cardiol.* 2020; 5(11):1281-1285.
104. Gattinoni L, Coppola S, Cressoni M, Busana M, Rossi S, Chiumello D. La COVID-19 no conduce a un síndrome de dificultad respiratoria aguda "típico". *Am J Respir Crit Care Med.* 2020; 201(10):1299-1300.
105. Torres Maceo J M, Navarro Rodríguez Z. Factores asociados a la mortalidad en pacientes con síndrome de distress respiratorio agudo por Covid 19. Convención Internacional de Salud, Cuba Salud 2022.
106. Rama-Maceiras P, Sanduende Y, Taboada M, Casero M, Leal S, Pita-Romero R, Fernández R, López E, López JA, Pita E, Tubío A, Rodríguez A, Varela M, Campaña D, Delgado C, Lombardía M, Villar E, Blanco P, Martínez A, Sarmiento A, Díaz P, Ojea M, Rodríguez Á, Mouriz L, Cid M, Ramos L, Seoane-Pillado T. Critical patients COVID-19 has changed the management and outcomes in the ICU after 1 year of the pandemic? A multicenter, prospective, observational study. *Enferm Infecc Microbiol Clin (Engl Ed).* 2023 Feb;41(2):70-78.
107. Ramírez González Alberto Dariel, Montero Castrillón Mabel, Vázquez Vázquez Lázaro. Caracterización de pacientes con COVID-19 en una unidad cuidados intensivos. *Rev Cubana Med Trop* [Internet]. 2021
108. Yao T.T., Qian J.D., Zhu W.Y., Wang Y., Wang G.Q. A systematic review of lopinavir therapy for SARS coronavirus and MERS coronavirus — A possible reference for coronavirus disease-19 treatment option. *J Med Virol.* 2020;92:556–563.

109. Williamson EJ, Walker AJ, Bhaskaran K, et al. OpenSAFELY: factors associated with COVID-19 death in 17 million patients. *Nature* 2020;584:430–6.
110. Ferrando C., Mellado-Artigas R., Gea A., Arruti E., Aldecoa C., Bordell A., et al. Patient characteristics, clinical course and factors associated to ICU mortality in critically ill patients infected with SARS-CoV-2 in Spain: A prospective, cohort, multicentre study. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2020;67:425–437.
111. Guzmán MG, Pérez L, Tejero Y, Mederos D, Aguado ME, Pintos Y, Valdes O, Álvarez M, de León LRP, Baldoquín W, Martínez Y, Figueredo C, Naranjo C, Nuñez L, López Almaguer Y, Fernández JRA, Portal Miranda JA, Kourí V. Emergence and evolution of SARS-CoV-2 genetic variants during the Cuban epidemic. *J Clin Virol Plus.* 2022 Nov;2(4):100104.
112. Tung-Chen Y, Ossaba-Vélez S, Acosta Velásquez KS, Parra-Gordo ML, Díez-Tascón A, Villén-Villegas T, Montero-Hernández E, Gutiérrez-Villanueva A, Trueba-Vicente Á, Arenas-Berenguer I, Martí de Gracia M. The Impact of Different Lung Ultrasound Protocols in the Assessment of Lung Lesions in COVID-19 Patients: Is There an Ideal Lung Ultrasound Protocol? *J Ultrasound.* 2022 Sep;25(3):483-491.
113. Onder G., Rezza G., Brusaferro S. Case-Fatality Rate and Characteristics of Patients Dying in Relation to COVID-19 in Italy. *JAMA.* 2020 10.1001/jama.2020.4683.
114. Casas-Rojo JM, Antón-Santos JM, Millán-Núñez-Cortés J, Lumbreras-Bermejo C, Ramos-Rincón JM, Roy-Vallejo E, Artero-Mora A, Arnalich-Fernández F, García-Bruñén JM, Vargas-Núñez JA, Freire-Castro SJ, Manzano-Espinosa L, Perales-Fraile I, Crestelo-Viéitez A, Puchades-Gimeno F, Rodilla-Sala E, Solís-Marquínez MN, Bonet-Tur D, Fidalgo-Moreno MP, Fonseca-Aizpuru EM, Carrasco-Sánchez FJ, Rabadán-Pejenaute E, Rubio-Rivas M,

Torres-Peña JD, Gómez-Huelgas R; en nombre del Grupo SEMI-COVID-19 Network. Clinical characteristics of patients hospitalized with COVID-19 in Spain: Results from the SEMI-COVID-19 Registry. *Rev Clin Esp (Barc)*. 2020 Nov;220(8):480-494.

115. Zhou F., Yu T., Du R., Fan G., Liu Y., Liu Z., et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult in patients with COVID-19 in Wuhan China: a retrospective cohort study. *Lancet*. 2020;395:1054–1062.
116. Vincent J, De Mendonça A, Cantraine F, et al. Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction/failure in intensive care units: results of a multicenter, prospective study. *Crit Care Med* 1998;26:1793–800.
117. Gupta A, Madhavan MV, Sehgal K, et al. Extrapulmonary manifestations of COVID-19. *Nat Med* 2020;26:1017–32.
118. Yang, Zheng MMA; Hu, Qinming MMA; Huang, Fei MMA; Xiong, Shouxin MMb; Sun, Yi MDc,*. The prognostic value of the SOFA score in patients with COVID-19: A retrospective, observational study. *Medicine* 100(32):p e26900, August 13, 2021.
119. Wang X, Niu X, Li J, Zhang SS, Jiao XF. SOFA score can effectively predict the incidence of sepsis and 30-day mortality in liver transplant patients: a retrospective study. *Adv Ther* 2019;36:645–51.
120. Liu S, Yao N, Qiu Y, He C. Predictive performance of SOFA and qSOFA for in-hospital mortality in severe novel coronavirus disease. *Am J Emerg Med*. 2020 Oct;38(10):2074-2080.

121. Schoe Abraham, Bakhshi-Raiez Ferishta, de Keizer Nicolette. Mortality prediction by SOFA score in ICU patients after cardiac surgery; comparison with traditional prognostic-models. *BMC Anesthesiol.* 2020;20:65–69.
122. Zhang Y, Xue H, Wang M, He N, Lv Z, Cui L. Hallazgos de ecografía pulmonar en pacientes con enfermedad por coronavirus (COVID-19). *AJR Am J Roentgenol* 2020; 216 :80–84
123. Kumar, A., Weng, Y., Duanmu, Y., Graglia, S., Lalani, F., Gandhi, K., Lobo, V., Jensen, T., Chung, S., Nahn, J. and Kugler, J. (2022), Lung Ultrasound Findings in Patients Hospitalized With COVID-19. *J Ultrasound Med*, 41: 89-96.
124. Omer T, Cousins C, Lynch T, Le NN, Sajed D, Mailhot T. Lung Ultrasound Findings in COVID-19: A Descriptive Retrospective Study. *Cureus.* 2022 Mar 21;14(3):e23375. doi: 10.7759/cureus.23375.
125. Nazerian P, Vanni S, Volpicelli G, Gigli C, Zanobetti M, Bartolucci M, Ciavattone A, Lamorte A, Veltri A, Fabbri A, Grifoni S (2014) Precisión de la ecografía multiorgánica en el punto de atención para el diagnóstico de la embolia pulmonar. *Cofre* 145:950–957
-
126. Zotzmann V, Lang CN, Bamberg F, Bode C, Staudacher DL (2020) ¿Son las consolidaciones subpleurales indicadores de la embolia pulmonar segmentaria en COVID-19? *Cuidados Intensivos Med* 46:1109–1110
-
127. Gil-Rodríguez J, Pérez de Rojas J, Aranda-Laserna P, Benavente-Fernández A, Martos-Ruiz M, Peregrina-Rivas JA, Guirao-Arrabal E. Ultrasound findings of

lung ultrasonography in COVID-19: A systematic review. *Eur J Radiol.* 2022 Mar;148:110156. doi: 10.1016/j.ejrad.2022.110156.

128. Pere Trias-Sabria`, Maria Molina-Molina, Samantha Aso, Marta Hernández Argudo, Marta Diez-Ferrer, Joan Sabater, Jordi Dorca, Salud Santos, and Guillermo Suarez-Cuartin. Lung Ultrasound Score to Predict Outcomes in COVID-19. *Resp. care.* Paper in Press. Published on May 18, 2021.
129. Perrone T., Soldati G., Padovini L., Fiengo A., Lettieri G., Sabatini U., Gori G., Lenore F., Garolfi M., Palumbo I., et al. A New Lung Ultrasound Protocol Able to Predict Worsening in Patients Affected by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Pneumonia. *J. Ultrasound Med.* 2021;40:1627–1635.
130. Wanhong Yin, Tongjuan Zou, Yao Qin, Jing Yang, Yi Li, Xueying Zeng, Yan Kang* and Chinese Critical Ultrasound Study Group (CCUSG). Poor lung ultrasound score in shock patients admitted to the ICU is associated with worse outcome. *BMC Pulmonary Medicine* (2019) 19:1.
131. Dargent A., Chatelain E., Kreitmann L., Quenot J.-P., Cour M., Argaud L., Adrish M. Puntuación de ultrasonido pulmonar para monitorear la progresión de la neumonía por COVID-19 en pacientes con SDRA. *PLoS Uno.* 2020; 15(7).
132. Wang, D., Qi, Y. Lung ultrasound score and in-hospital mortality of adults with acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis. *BMC Pulm Med* **24**, 62 (2024).
133. Espersen C, Platz E, Skaarup KG, Lassen MCH, Lind JN, Johansen ND, Sengeløv M, Alhakak AS, Nielsen AB, Bundgaard H, Hassager C, Jabbari R, Carlsen J, Kirk O, Lindholm MG, Kristiansen OP, Nielsen OW, Jeschke KN, Ulrik CS, Sivapalan P, Gislason G, Iversen K, Jensen JUS, Schou M, Skaarup SH, Biering-Sørensen T. Lung Ultrasound Findings Associated With COVID-19

ARDS, ICU Admission, and All-Cause Mortality. *Respir Care*. 2022 Jan;67(1):66-75.

134. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Características epidemiológicas y clínicas de 99 casos de neumonía por el nuevo coronavirus 2019 en Wuhan, China: un estudio descriptivo. *Lancet*. 2020; 395(10223):507–513.

135. Castelao J, Graziani D, Soriano JB, et al. Hallazgos y valor pronóstico de la ecografía pulmonar en la neumonía por COVID-19. *J Ultrasonido Med*. 2021; 40(7):1315–24.

136. Yu Y., Xu D., Fu S., Zhang J., Yang X., Xu L., et al. Patients with COVID-19 in 19 ICUs in Wuhan, China: A cross-sectional study. *Crit Care*. 2020;24:219.

137. Gattinoni L, Chiumello D, Rossi S. COVID-19 pneumonia: ARDS or not? *Crit Care*. 2020;24:154.

138. Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P, Busana M, Romitti F, Brazzi L, Camporota L, (2020) COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? *Intensive Care Med*.

139. . Volpicelli G, Lamorte A, Villen T (2020) What's new in lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. *Intensive Care Med*.

140. Peng QY, Wang XT, Zhang LN, Chinese Critical Care Ultrasound Study G Findings of lung ultrasonography of novel corona virus pneumonia during the 2019–2020 epidemic. *Intensive Care Med*. 2020;46:849–850.

141. de Alencar JCG, Marchini JFM, Marino LO, et al. La puntuación de la ecografía pulmonar predice los resultados en los pacientes con COVID-19 ingresados en el servicio de urgencias. *Ann Cuidados Intensivos*. 2021; 11(1):6.

Anexo 1.

Modelo de recolección de datos

Datos generales: hc:_____ fecha de ingreso ____/____/____

Ingreso en uti_____

Fecha de nacimiento:____/____/____ sexo:_____

Color de la piel: b____ m____ n_____

Peso:_____ talla_____

Antecedentes patológicos personales: hta:_____ cardiopatía

Isquémica:_____ insuficiencia cardiaca:_____ otras cardiopatías:_____

D. Mellitus:_____ epoc:_____ asma bronquial:_____ neoplasias:_____

Erc:_____ vih:_____ inmunosupresión:_____ otros:_____

Ventilación Mecánica si no

Puntuación SOFA inicial

PaO2/FiO2:

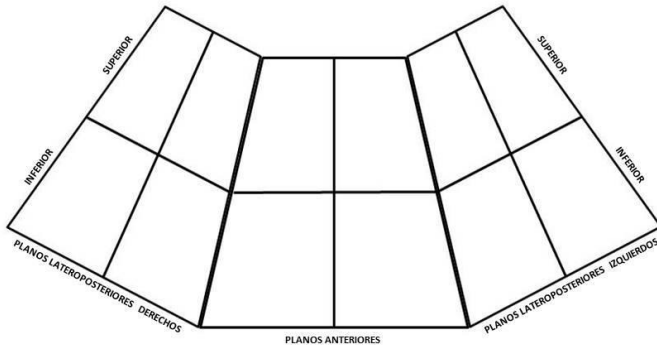
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS
INSTITUTO PEDRO KOURÍ
ECOGRAFÍA PULMONAR



DÍA	MES	AÑO

NOMBRE: _____ SALA / CAMA: _____ HC: _____

COMENTARIO: _____



PATRÓN DE AIREACIÓN PULMONAR		
N	Patrón ecográfico normal - A	0 punto
B1	Síndrome intersticial	1 punto
B2	Síndrome alveolointersticial	2 puntos
C	Síndrome de consolidación	3 puntos
NE	No explorado	--
Si coexisten dos o más patrones ecográficos en un cuadrante o zona de exploración, expóngalos en la imagen, sobresalte el patrón predominante y puntúe con el peor patrón encontrado		
SCORE DE AIREACIÓN PULMONAR		puntos
PARÁMETROS DE INTERÉS		
PH		SO2
PCO2		PF
PO2		PEEP

INFORME:

Ecografista pulmonar