



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

HOSPITAL DR. FERNANDO VELEZ PAIZ

TRABAJO MONOGRAFICO PARA OPTAR AL TITULO DE ESPECIALISTA EN
MEDICINA CRÍTICA DEL ADULTO

TITULO

“Utilidad diagnóstica de ecografía pulmonar en patologías pleuro pulmonares en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz en el periodo de julio a diciembre del año 2022”.

AUTOR

DR. GENWIL SISMAR OCAMPO PEREZ

RESIDENTE DE MEDICINA CRITICA

TUTOR

DRA. BRENDA GRISELDA MONTES SALDAÑA

MEDICO INTERNISTA - INTENSIVISTA.

HFVP

MANAGUA, NICARAGUA 2023

Opinión del tutor

Por medio de la presente, en calidad de tutor científico, hago constar de la legitimidad, coherencia metodológica, calidad estadística y veracidad de los datos para uso exclusivo y con carácter científico de la investigación de tesis monográfica titulada: ***“Utilidad diagnóstica de ecografía pulmonar en patologías pleuro pulmonares en pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vélez Paiz en el periodo de julio a diciembre de año 2022”***

Elaborado por el Dr. Genwil Sismar Ocampo Pérez, la cumple con las normativas internacionales de buena práctica clínica y criterios mínimo necesario para su defensa final.

Dra. Brenda Griselda Monte Saldaña

Médico internista - Intensivista

Resumen

Introducción: La siguiente investigación nos demuestra la utilidad de la ecografía pulmonar para el diagnóstica de patologías pleuro pulmonares en pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivo. **El objetivo:** Determinar la capacidad diagnóstica de ecografía pulmonar en pacientes con patologías pleuro pulmonar atendidos en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz. **Material y método:** Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, transversal y correlacional donde incluimos pacientes con diagnóstico de patologías pleuro pulmonares que al ingreso de UCI se diagnosticaron por características clínicas y métodos estándar, a los que se les realizó ecografía pulmonar por médicos no radiólogos de la unidad de cuidados intensivos y se comparó con los hallazgos de TACAR. Se ingresaron en base de datos creadas en programa SPSS 25, utilizaron métodos estadísticos como correlación de Spearman, cuadros de contingencia. **Resultados:** Fueron 50 pacientes que cumplieron criterios de inclusión, predominaron mujeres, con edades de 43, la principal comorbilidad que predominó fue HTA, las principales patologías de ingreso fueron neumonía comunitaria y neumonía hospitalaria; se encontró correlación entre los signos ecográficos y tomográficos: Consolidación, correlación de Spearman (0.930, $p < 0.001$), sensibilidad: 91% especificidad: 94%; Derrame pleural (0.720, $p: 0.002$): Sensibilidad: 72%, Especificidad: 100%; Neumotórax (1.00, $p < 0.001$): Sensibilidad: 100%, especificidad de 100. **Conclusión:** La ecografía pulmonar tiene capacidad diagnóstica en patologías pleuro pulmonares, los signos ecográficos de consolidación tiene buena sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de neumonía y existió correlación entre los signos ecográficos realizados por médicos no radiólogos con los hallazgos de TACAR.

Palabras claves: Ecografía, Tomografía, Patrones y Signos.

Índice

Acrónimos.....	5
Agradecimiento.....	6
Dedicatoria.....	7
Introducción.....	8
Antecedentes.....	9
Justificación.....	14
Planteamiento del problema	15
Objetivos	17
Marco Teórico	18
Hipótesis	44
Diseño Metodológico	45
Operacionalización de variables	50
Resultados.....	59
Discusión y Análisis de resultados.....	62
Conclusiones	66
Recomendaciones.....	67
Bibliografía	68
Anexos.....	71

Acrónimos

- 1. TACAR: Tomografía computarizada de alta resolución.**
- 2. USG: ultrasonografía.**
- 3. TC: Tomografía computarizada.**
- 4. UCI: unidad de cuidados intensivos.**
- 5. HFVP: hospital Fernando Vález Paiz.**
- 6. LUS: Ultrasonido pulmonar.**
- 7. COVID-19: Enfermedad coronavirus 2019.**
- 8. qSOFA: Escore de sepsis**
- 9. qCOVID: Escore de severidad para pacientes con COVID19**
- 10. CRB-65: Escala de severidad de neumonía.**
- 11. HTA: Hipertensión arterial.**
- 12. EPOC: Enfermedad Pulmonar obstructiva crónica.**
- 13. PZI: Cristales Piezoeléctricos.**
- 14. MHz: Mega Hertz.**
- 15. SDRA: Síndrome de distrés respiratorio agudo en el adulto.**
- 16. UP-COD: Ultrasonido pulmonar completo diagnóstico**
- 17. PaO₂/FiO₂: Relación entre la presión parcial de oxígeno y la fracción de oxígeno inspirado.**

Agradecimiento

A Dios en primer lugar por darme salud y perseverancia durante todos estos años, brindándome fuerza para seguir de frente y no rendirme ante las adversidades.

Gracias a mi abuelita Carmen Chavarría que es el pilar de mi vida, compañera incondicional, por todo su amor por mi durante todo este camino.

A mis maestros, por su paciencia, apoyo, por todos los conocimientos transmitidos, especialmente a Dra. Brenda Montes mi tutora incondicional, por guiarme por la ciencia de la medicina crítica.

A las autoridades y personal del hospital Fernando Vélez Paiz por su colaboración.

Dedicatoria

Dedico esta tesis con todo el amor a mi abuelita. El motor de mi vida, que nunca me abandona cuando más la necesito, siempre dispuesta a dar un consejo en el momento preciso, el motivo de mi felicidad.

Introducción

La posibilidad de la exploración pulmonar al pie de la cama mediante técnicas de ecografía no invasiva está ganando popularidad entre los intensivistas, se tuviera menor interés en este método de imagen si los métodos diagnósticos habituales (radiografía de tórax al pie de la cama, tomografía) no tuvieran inconvenientes (irradiación, movilización, bajo contenido de información clínica); los estudios ecográficos se pueden repetir fácilmente, así nos ayuda a realizar valoraciones de respuesta terapéuticas, Y aún más interesante que la ecografía es realizada por médicos no radiólogos, esta revolución puede explicarse por las enormes ventajas de realizar ecografía al pie de la cama del paciente. (Lichtenstein & Lung et al., 2014).

Estas ventajas tienen aún mayor valor en la medicina de cuidados intensivos, aporta datos que nos ayuda a tomar decisiones rápidas que pueden salvar la vida de un paciente, por lo tanto, su uso se ha extendido a las UCIs de todo el mundo. (Lichtenstein & Hooland et al., 2014).

Tradicionalmente el diagnóstico de las patologías pulmonares utilizados en la unidad de cuidados intensivos del HFVP se basa en estudios por imágenes como radiografías de tórax, tomografía de tórax llamado “Gold estándar”, en vista de las desventajas ya mencionadas, decidimos realizar abordajes diagnósticos con ecografía pulmonar y con este estudio pretendemos demostrar que podemos utilizar la ecografía pulmonar en lugar de la tomografía en muchos casos. (Lichtenstein & Hooland et al., 2014).

Antecedentes

Internacionales

Un Meta-análisis canadiense que incluyeron 13 estudios (410 neumotórax traumático de 1271 paciente) realizada por Dr. Kenneth K. Chan y Col. (2020) donde comparo la exactitud diagnóstica de la ecografía torácica de médicos no radiólogos de primera línea con la radiografía de tórax, para el diagnóstico de neumotórax en paciente con traumatismo; en el servicio de urgencias ; resultado: En el análisis primario, la sensibilidad y la especificidad resumen de la ecografía pulmonar fueron 0,91 (intervalo de confianza (IC) del 95%: 0,85 a 0,94) y 0,99 (IC del 95%: 0,97 un 1,00); y la sensibilidad y la especificidad resumen de la RT en decúbito supino fueron 0,47 (IC del 95%: 0,31 a 0,63) y 1,00 (IC del 95%: 0,97 a 1,00). Hubo una diferencia significativa en la sensibilidad de la ecografía en comparación con la radiografía de tórax con una diferencia absoluta en la sensibilidad de 0,44 (IC del 95%: 0,27 a 0,61; $P < 0,001$). Por el contrario, ecografía y radiografía tienen especificidades similares: comparando ecografía pulmonar con radiografía de tórax, la diferencia absoluta de especificidad era -0,007 (IC del 95%: - 0,018 a 0,005, $P = 0,35$). Los resultados implican que, en una cohorte hipotética de 100 pacientes, si 30 pacientes tienen neumotórax traumático (es decir, una prevalencia del 30%), la ecografía omitiría tres casos (IC del 95%: 2 a 4) (falsos negativos) y sobre diagnosticaría uno (IC del 95%: 0 a 2) de los que no tienen neumotórax (falsos positivos); mientras que la radiografía omitiría 16 casos (IC del 95%: 11 a 21) con un sobre diagnóstico de cero (IC del 95%: 0 a 2) de los que no tienen neumotórax. (Chan & McRae et al., 2023).

En Francia un estudio observacional, Multicéntrico realizado por el Dr. Laurent Zieleskiewicz y col (2020) entre el 15 de marzo y el 20 de abril 2020, donde comparan el ultrasonido pulmonar (LUS) y tomografía de tórax (TC) para valorar la gravedad de neumonía por COVID 19 confirmado; Se incluyeron 100 pacientes. La puntuación LUS se asoció significativamente con la gravedad de la neumonía evaluada por TC de tórax y características clínicas. El AUC de la curva ROC de la relación de LUS versus CT de tórax para la evaluación de neumonía grave por SARS-CoV-2 fue de 0,78 (IC 95% 0,68-0,87; $p < 0,0001$). Una puntuación LUS alta se asoció con el uso de ventilación mecánica y con una relación SpO_2/FiO_2 inferior a 357. Sugerimos que no se requeriría una tomografía computarizada de tórax si un examen LUS inicial encontró una puntuación < 13 (enfermedad leve) o > 23 (enfermedad grave), pero solo en el 38% de los casos con una puntuación intermedia entre 13 y 23. Además, los exámenes LUS no fueron realizados exclusivamente por operadores expertos, y podría suponerse que mejorar el nivel de experiencia habría mejorado la precisión. (Zieleskiewicz & Markarian et al., 2020).

En Italia la Dra. Greta Barbieri y Col (2022); Realizaron un estudio prospectivo Unicentro, como objetivo evaluar prospectivamente a 232 sujetos que se sometieron a un programa de cambio de aireación pulmonar durante un seguimiento de 3 meses después de la hospitalización por COVID-19 en el Hospital Universitario de Pisa, para evaluar la utilidad de ultrasonido pulmonar (LUS) en comparación con la tomografía de tórax “Gold estándar” para valorar los cambios de aireación y verificar la concordancia; se seleccionaron los puntos de corte de la puntuación LUS de 3 y 7, correspondientes al percentil 50 y 75, respectivamente. Los pacientes con puntuaciones LUS por encima de estos dos umbrales eran mayores y con una estancia hospitalaria más prolongada.

Los pacientes con una puntuación LUS ≥ 3 tenían más comorbilidades. La LUS y la TC de tórax mostraron una alta concordancia en la identificación de hallazgos patológicos residuales, utilizando ambas puntuaciones de corte de 3 (OR 14,7; CL 3,6–64,5, Sensibilidad 91 %, Especificidad 49 %) y 7 (OR 5 ,8; CL 2,3–14,3, Sensibilidad 65%, Especificidad 79%). (Barbieri & Gargani et al., 2022).

En China de Dr. Qing Deng y col (2021) Se revisaron retrospectivamente los datos clínicos y de ultrasonido pulmonar (LUS) de 39 mujeres embarazadas con COVID-19. Todas las imágenes LUS y CT se analizaron para resumir los hallazgos y calcular las puntuaciones LUS y CT para cada paciente; Resultado: Entre las 39 mujeres embarazadas, hubo 6 casos de tipo leve, 29 casos de tipo común, 4 casos de tipo grave y ningún caso de tipo crítico. Los hallazgos de LUS más comunes de la neumonía por COVID-19 en mujeres embarazadas fueron varios grados de líneas B múltiples (84,6 %), líneas pleurales engrosadas e irregulares (71,8 %), derrame pleural (61,5 %) y consolidación multifocal pequeña limitada al espacio sub pleural (35,9%). La puntuación media de LUS al ingreso fue de 0 puntos en los casos de tipo leve, 10,6 puntos en los casos de tipo común y 15,3 puntos en los casos de tipo grave ($P < 0,01$). La correlación entre las puntuaciones LUS y CT fue de 0,793. Todos los pacientes se curaron clínicamente y cada uno se sometió a un promedio de tres seguimientos LUS durante la hospitalización. La puntuación LUS media al alta fue 5,6 puntos inferior a la del ingreso. La consistencia de la LUS y la TC de tórax durante el seguimiento fue de 0,652, Concluyendo: La puntuación LUS cuantitativa puede ser eficaz en lugar de la TC para detectar y controlar la neumonía por COVID-19 en mujeres embarazadas y proteger a los fetos del riesgo de la radiación ionizante. (Deng & Wang et al., 2021).

Nacionales

En Nicaragua la Dra. Arlen Urtecho Álvarez (2016) realizó un estudio observacional prospectivo y descriptivo, donde valora la correspondencia entre ecografía de tórax y radiografía de tórax en la evaluación de patologías pulmonares en pacientes atendidos en el servicio de radiología del hospital bautista; tomando como muestra a 80 pacientes; los resultados del presente estudio indican que hay un grado de acuerdo o correspondencia insignificante entre la radiografía de tórax y la ecografía pulmonar para la clasificación de una imagen normal o patológica, por otro lado el porcentaje de coincidencia es de 28%. Es decir que sólo se coincide en 1 de cada 3 pacientes, La proporción de coincidencia entre la radiografía de tórax y la ecografía en la evaluación de signos indicativos de neumonía entre nuestro estudio varió entre 15 y 24%. Este estudio muestra que existe superioridad de la ecografía en la evaluación de signos específicos para ciertas patologías pulmonares. (Urtecho et al., 2014).

También la Dr. Anielka Maltez (2019) del servicio de radiología de Hospital Manolo Morales, realiza estudio observacional, transversal, retrospectivo; donde correlaciono los hallazgos de ecografía pulmonar y tomografía de tórax de alta resolución en paciente sospechoso de neumonía por COVID 19, Resultado: Entre los 61 pacientes, el 42% pertenecían a edades entre 18-44 años, 54.1% fueron sexo femenino, 91.8% capitalinos, 62.3% no vacunados. Hipertensión arterial, diabetes mellitus y cardiopatías, fueron las comorbilidades más frecuentemente asociadas. Los síntomas que predominaron fueron fiebre, tos, mialgia, cefalea, odinofagia y fatiga. Las escalas q-SOFA, q-COVID y CRB-65 se aplicaron como escalas clínicas de severidad y entre el 32.8-39.3% fueron clasificados en riesgo intermedio-alto. Con respecto a los hallazgos por imagen según la eco-P los valores para patrón intersticial $X^2=32.8$ y valor de $p=0.002$, y las consolidaciones con un $X^2=24.3$ y valor de $p=0.004$.

Correlacionando la puntuación del Global LUS Score, con el diagnóstico positivo y negativo a COVID-19 obtenidos por tomografía se obtuvo un $X^2=50.76$ y valor de

$p=0.000$. Conclusión: la sensibilidad de la ecografía pulmonar frente al estándar de oro TCAR, es del 97.8% y una especificidad del 46.7%. (Maltez et al., 2021).

El Dr. Wiston Casco (2021), Con el objetivo de analizar la Ecografía y la Tomografía en la evaluación de Patología Torácica en pacientes atendidos en el servicio de radiología del Hospital Manolo Morales en el periodo comprendido de octubre 2018 a octubre 2019, se realizó un estudio descriptivo, correlacional. Fueron analizados los datos sobre las características sociodemográficas, las comorbilidades y presentación clínica, hallazgos por ultrasonido y portomografía, con el fin de correlacionar ambos métodos de imagen. Los análisis estadísticos efectuados fueron: descriptivos y coeficiente de correspondencia de Kappa. Del análisis y discusión de los resultados obtenidos, se alcanzaron las siguientes conclusiones: El sexo femenino fue el de mayor predominio con un 54.2%; el grupo etáreo más frecuente fue el de los 51 a 60 años en un 22.22%; la comorbilidad más frecuente, fue un HTA en un 44%; el hábito tóxico más frecuente fue exposición a biomasa (41 %); se identificó disnea en un 77 %; el hallazgo prevalente encontrado tanto en US como en TC fue derrame pleural; al correlacionar los hallazgos encontrados por ambos estudios, la prueba de asociación de Kappa demostró una concordancia significativa (0.69) en la detección del derrame pleural; ínfima en la detección de patrón intersticial (0.1), moderada en la detección de masas pulmonares (0.5) y escasa en el caso de las consolidaciones (0.2). (Casco et al., 2019).

Justificación

La ecografía en la última década ha ganado su lugar como herramienta de monitorización, se le ha llamado el estetoscopio del siglo XXI; La ecografía en cuidados intensivos es una combinación de protocolos sencillos, siendo una aplicación básica, que permite evaluar diagnósticos urgentes en combinación con decisiones terapéuticas. Esta revolución puede explicarse por las enormes ventajas que obtienen los médicos al realizar ecografías a pie de cama. Pueden interpretar directamente las imágenes en su contexto clínico y el examen se puede realizar 24/7 sin necesidad de consultores externos, la disminución de realizar un estudio que no requiere traslado de paciente y sus complicaciones, exposición a radiación esto ampliando el uso en caso especiales como las pacientes gestantes, Múltiples estudios han demostrado correlación de la ecografía pulmonar con otros métodos de diagnóstico por imagen que usualmente se utilizan para abordajes diagnóstico en la unidad de cuidados intensivos como la tomografía de tórax siendo esta el método Gold estándar para diagnóstico de patologías pulmonares, en vista de las grandes ventajas que muestra la ecografía pulmonar, consideramos importante correlacionar la capacidad diagnóstica en comparación con tomografía de tórax en pacientes en estado crítico, esto trae beneficios a la unidad con disminución en el costo, disminución de los eventos centinelas, mejora la calidad de atención al paciente.

Planteamiento del problema

Caracterización

La ecografía pulmonar ha demostrado ser un método con alto valor diagnóstico en patologías pleuro pulmonares, con muchas facilidades en su uso en la unidad de cuidados intensivos, la tomografía de tórax es un método con alta sensibilidad para el diagnóstico de patologías de tórax, pero esta acarrea muchas inconveniencias para el uso rutinario en la unidad de cuidados intensivos.

Los pacientes en estado crítico necesitan un abordaje rápido, con métodos de preferencia no invasivos, de cuales la mayoría tiene un alto costo a la institución, necesidad de personal para la coordinación y movilización de pacientes en estado crítico, exposición a radiación lo cual limita estos métodos a un grupo de pacientes por lo que se ha considerado comparar los hallazgos ecográficos pulmonares y tomografía de tórax.

Delimitación

En la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vélez Paiz, el uso de métodos imagenológicos para determinar el diagnóstico preciso en alteraciones pleura pulmonares es determinante para el abordaje adecuado de paciente en estado crítico a pesar de eso no se ha realizado una documentación de las correlaciones diagnósticas que existen en ecografía pulmonar y tomografía de tórax en pacientes críticos y sus singularidades, hay cuatro estudios en nuestro país que relacionan la ecografía con otros métodos imagenológicos pero no se destacan por utilizarlos en pacientes en estado crítico.

Formulación

¿Es útil la ecografía pulmonar para el diagnóstico de patologías pleuro pulmonares en pacientes atendidos en la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vález Paiz en el periodo de julio a diciembre del año 2022?

Sistematización:

¿Cuáles son las características basales de los pacientes en estudio?

¿Qué comorbilidades y diagnóstico presentaron de los pacientes en estudio?

¿Cuáles fueron los hallazgos de ecografía pulmonar y tomografía de tórax encontrados en los pacientes en estudio?

¿Cuál es la correlación entre los hallazgos por ecografía pulmonar y tomografía de tórax encontrado en los pacientes?

¿Cuál es la sensibilidad y la especificidad de la ecografía pulmonar para el diagnóstico de patologías pleuro pulmonares?

Objetivos

Objetivo General

1. Determinar la capacidad diagnóstica de ecografía pulmonar en pacientes con patologías pleuro pulmonar atendidos en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz.

Objetivos Específicos

1. Mencionar las características basales de los pacientes en estudio.
2. Describir las características clínicas y diagnóstico de ingreso de los pacientes en estudio.
3. Correlacionar los hallazgos imagenológicos de ecografía pulmonar y tomografía de tórax en pacientes con patologías pleuro pulmonares en estudio.
4. Determinar la sensibilidad y especificidad de ecografía pulmonar para diagnóstico de patologías pleuro pulmonar.

Marco Teórico

Fundamentos ecográficos

1. Principios, términos y conceptos

El ultrasonido es una onda mecánica que requiere un medio para desplazarse (p. ej., tejido humano) con una frecuencia superior al techo del intervalo audible de 20 kHz. Los sistemas ecográficos son dispositivos tomográficos que transmiten pulsos cortos de ultrasonidos al organismo y miden el tiempo que tardan en volver y la intensidad de cada uno de los múltiples ecos que retornan tras el pulso. El momento de llegada del eco determina su distancia desde el transductor, es decir, la localización de su origen en el organismo. La intensidad del eco se convierte en luminosidad de un punto determinado en la imagen. En otras palabras, cada píxel (elemento de la imagen) de la pantalla se corresponde con un punto del interior del organismo, y su luminosidad depende de la fuerza del eco que provino de esa localización. En conjunto, todos los píxeles forman una imagen tomográfica en escala de grises. Las partes de la imagen con píxeles más luminosos (aspecto global más blanco) se denominan hiperecoicas, en oposición a las áreas hipoecoicas (más oscuras). La capacidad relativa de un órgano o tejido para producir ecos se denomina ecogénica, es decir, aquellos tejidos o estructuras que producen imágenes hiperecoicas se consideran más ecógenos. Las partes de la imagen que solo contienen píxeles negros se llaman anecoicas o sin ecos y básicamente corresponden a líquidos homogéneos (p. ej., sangre, orina, derrames, líquido quístico). (Lumb & Karakitsos et al., 2015).

La frecuencia (medida en ciclos por segundo [hercios, Hz]) es el número de ciclos de onda registrados en 1 s. La frecuencia está determinada únicamente por la fuente de sonidos y no por el medio. Las frecuencias utilizadas por los equipos de ecografía multiusos oscilan entre 2 y 15 megahercios (MHz). Las frecuencias más altas, de hasta 40 MHz, se emplean para aplicaciones intravasculares y otras a base de sondas, y en técnicas oftalmológicas y

dermatológicas especializadas. La velocidad de propagación es la velocidad del sonido en un medio determinado y viene dada exclusivamente por las características del medio, como su densidad y rigidez (no depende de la fuente del sonido ni de su frecuencia). Los ultrasonidos se desplazan a través de los tejidos blandos a una velocidad aproximada de 1,54 mm/ms, o 1.540 m/s). Cuanto más rígido sea el tejido, mayor será la velocidad de propagación (fig. 1-1). Las ondas de ultrasonidos son generadas por cristales piezoeléctricos (p. ej., titanato circonato de plomo, o PZT), que convierten la energía eléctrica en mecánica, y viceversa (fig. 1-1). Los pulsos eléctricos o ráfagas cortas de voltaje alterno estimulan los cristales para que se produzcan pulsos de ultrasonidos en el medio, lo que causa el desplazamiento y la oscilación de sus moléculas. El cambio de presión/velocidad de esas oscilaciones en respuesta a la presión del sonido determina la impedancia acústica (velocidades menores se corresponden con una mayor impedancia). Como los ultrasonidos pasan de un medio a otro (p. ej., de gas a líquido), un gradiente de impedancia en la interfase tisular provoca que parte de la energía forme una onda reflejada (eco), mientras que el resto de la energía pasa al segundo medio. La reflexión se produce cada vez que el pulso de ultrasonidos se topa con una nueva interfase (reflector). Los reflectores especulares (similares a espejos) son interfases lisas y regulares mayores que las dimensiones del pulso (p. ej., diafragma, paredes de vasos principales). El ángulo de reflexión del eco es igual al ángulo de incidencia; cuando el haz alcanza un reflector especular a 90° (incidencia normal, fig. 1-2), un eco muy potente vuelve a la fuente. La reflexión no especular, o diseminación, tiene lugar cuando el haz incidente alcanza interfases con superficies irregulares o de menor tamaño que las dimensiones del haz, lo que provoca que la energía del haz se disemine en múltiples direcciones distintas (fig. 1-2). El haz se mueve alrededor de obstáculos incluso menores sin diseminación (difracción). Como las frecuencias más altas dan lugar a menores dimensiones del haz, los obstáculos que producen difracción con frecuencias más bajas funcionan como diseminadores con frecuencias más altas. Ello explica la mayor

resolución de imagen y la mayor atenuación del haz registradas con frecuencias más altas. La refracción es la redirección de un haz cuando alcanza oblicuamente una interfase entre dos medios con distintas velocidades de propagación. A diferencia de la reflexión, la refracción no contribuye al proceso de formación de imágenes, pero sí a la atenuación (fig. 1-2). Parte de la energía del haz de ultrasonidos se transfiere al medio en forma de calor. Esto es la absorción, que también aumenta proporcionalmente a la frecuencia en los tejidos blandos. Los huesos absorben los ultrasonidos con más intensidad, junto con otros mecanismos de pérdida de energía, y producen sombras acústicas detrás de ellos. Por último, los tejidos convierten parte del haz original en ondas con una frecuencia de orden doble o superior (ondas armónicas). Las pérdidas totales de propagación debidas a los efectos combinados de la dispersión, refracción y absorción se denominan atenuación, que es directamente proporcional a la frecuencia. Los compartimentos corporales con atenuación baja que permiten obtener imágenes de estructuras más profundas a través de ellos son buenas ventanas acústicas (p. ej., cavidades que contienen líquido), mientras que aquellos con atenuación alta constituyen barreras acústicas (p. ej., huesos). La pérdida prácticamente total de los ultrasonidos en las barreras entre los tejidos y el gas provoca que este sea la barrera más firme; no obstante, importantes técnicas ecográficas pulmonares se basan en los abundantes artefactos creados por el pulmón lleno de aire. (Lumb & Karakitsos et al., 2015).

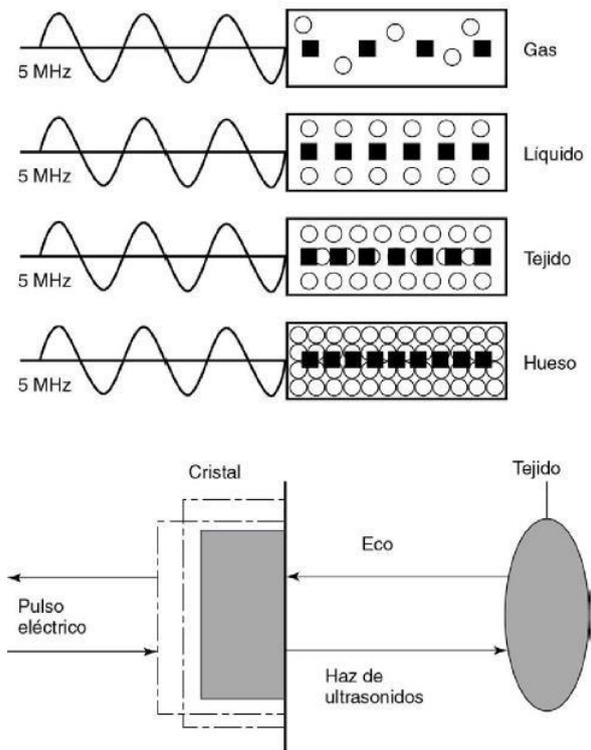


Figura 1.1 La velocidad de propagación es diferente en los distintos tejidos (superior); los impulsos eléctricos estimulan el cristal de titanato circonato de plomo (PZT) a producir un haz (inferior), mientras que, cada vez que un eco se refleja, el cristal se deforma y vibra, con lo que genera otro impulso, que es procesado a una imagen.

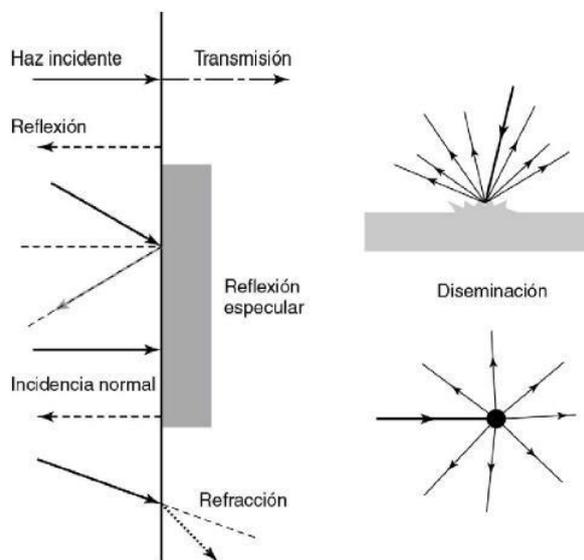


Figura 1.2 Izquierda. Reflexión (superior), reflexión especular (medio) y refracción (inferior) del haz incidente. Derecha. La diseminación se produce cuando el haz incidente llega a interfaces de forma irregular (superior) o más pequeñas que las dimensiones del haz (inferior), lo que provoca la diseminación de la energía del haz en múltiples direcciones distintas.

2. Equipos y modos de imágenes

Los equipos ecográficos están formados por generadores de pulsos eléctricos, transductores, sistemas para procesar los ecos recibidos y pantallas que muestran las imágenes. Los sistemas modernos emplean tecnología digital y disponen de unidades de procesamiento central equipadas con programas informáticos avanzados que forman haces, procesan los ecos y, posteriormente, almacenan las imágenes. Los elementos clave de los transductores (sondas) son cristales de PZT, capas de adaptación, material de soporte, carcasas y cables eléctricos. Los transductores electrónicos modernos generan un conjunto de frecuencias (ancho de banda) alrededor de la frecuencia central y contienen elementos de múltiples cristales (matrices). Ello les permite mostrar la secuencia de imágenes bidimensionales (2D) tan rápido que presentan el movimiento como si se produjera realmente (imágenes en tiempo real). Los tipos principales de transductor son de matriz en fase (de sector), lineal y curva (fig. 1-3). Los transductores de sector (matriz en fase, de 2 a 4 MHz) tienen pequeñas superficies que producen imágenes en formato sectorial a través de ventanas acústicas de escaso tamaño (p. ej., aplicaciones cardíacas y craneales). Los transductores de matriz lineal (7-15 MHz) consiguen imágenes de forma rectangular o trapezoidal. Presentan una elevada resolución y escasa profundidad de visión, porque su penetración en estructuras más profundas es limitada. Los transductores convexos (matriz curva, curvilínea, de 2 a 6 MHz) de distintas formas y tamaños producen imágenes en forma de sector con vértice ancho. Los transductores micro convexos (de 3 a 8 MHz) tienen superficies pequeñas y son útiles en áreas de acceso difícil, como el encéfalo de neonatos. Los transductores generadores de frecuencias de 2,5 a 5 MHz muestran un mayor radio de curvatura y se usan para la ecografía abdominal. En las ecografías intracavitarias y transesofágicas se emplean distintas disposiciones convexas operando con frecuencias mayores. (Lumb & Karakitsos et al.,2015).

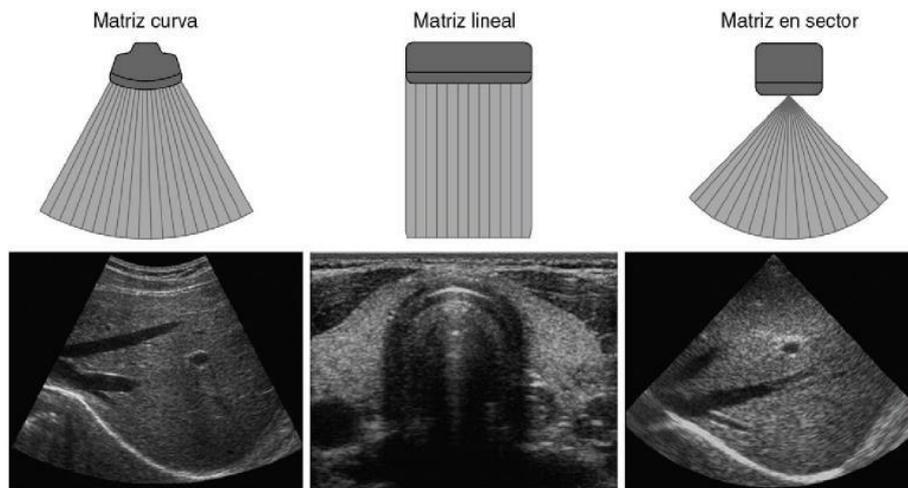


Fig. 1.3 Tipos principales de transductores y formatos de las imágenes producidas

Ecografía pulmonar:

1. La técnica y semiótica básica.

Los transductores adecuados para la ecografía pulmonar son una sonda convexa, microconvexa o de matriz en fase para la visualización de estructuras más profundas (rango de ancho de banda de 1 a 6 MHz) y una sonda lineal para estructuras superficiales y detección de patologías (rango de ancho de banda de 3 a 18 MHz); Si es posible, el examen debe realizarse con el paciente sentado de pie (o al menos a 45 grados), lo que permite el acceso a los recesos posteriores. De lo contrario, la posición de exploración estándar es en decúbito supino en reposo con el paciente inclinado hacia el lado opuesto de interés, si es necesario. En la literatura se recomiendan diferentes técnicas de exploración adaptadas al entorno clínico. Un examen pulmonar completo (estándar de referencia) cubre 12 regiones de imagen, 6 en cada lado (Fig. 1.4). (Lichtenstein & Rnove et al., 2017).

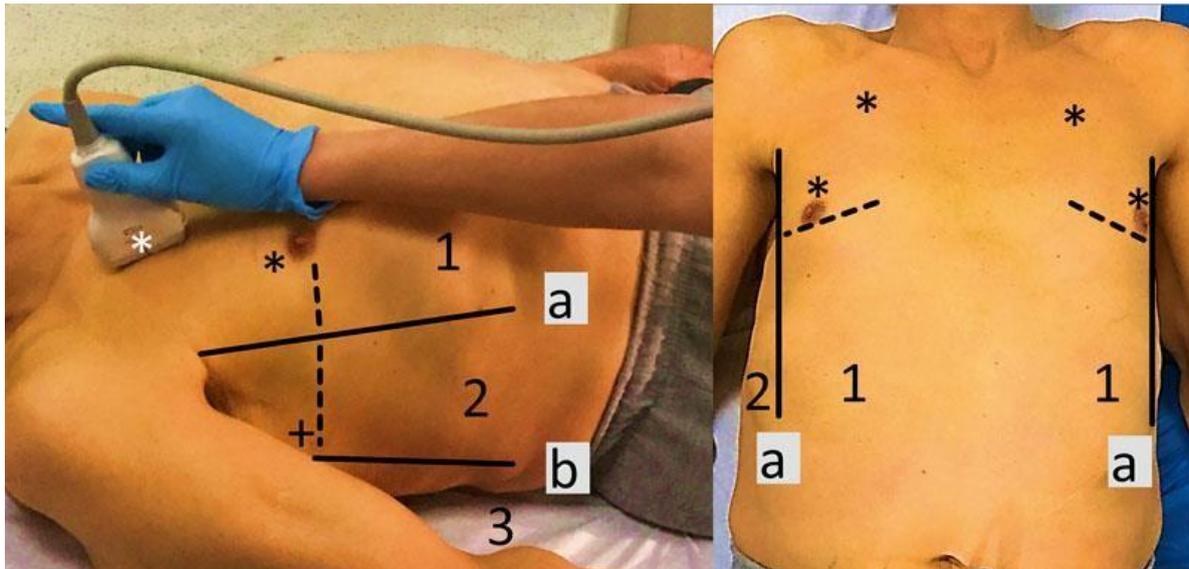


Fig. 1.4 protocolo BLUE, Posiciones del transductor para el examen de ultrasonido de los pulmones con el paciente acostado (a: línea axilar anterior, b: línea axilar posterior, 1-3: áreas de examen anterior, lateral y posterior (cada una dividida por la línea discontinua en una craneal y una caudal) sección), asteriscos: punto AZUL superior e inferior (en la imagen de la izquierda el transductor está unido al punto AZUL superior), signo +: punto PLAPS).

2. Signos, patrón e interpretaciones clínicas de la ecografía

Línea pleural:

Signo	Descripción	Interpretación de Ultrasonido y patrones asociados.	Condiciones clínicas y Aplicaciones.
Signo de murciélago	La línea pleural se visualiza como una línea hiperecogénica horizontal ubicada en adultos 0,5 cm por debajo de las líneas de las costillas en escaneo longitudinal en 2D.	Correcta identificación de la pleura dentro del espacio intercostal.	Particularmente útil en condiciones clínicas que potencialmente comprometen la visualización de la pleura (es decir, enfisema subcutáneo, obesidad mórbida)

Deslizamiento pulmonar	Movimiento de la línea pleural sincrónica con ventilación corriente visualizada en 2D	La pleura parietal y visceral están en contacto y hay ventilación regional.	Descartar neumotórax (sensibilidad, 95,3%; especificidad, 91,1%; valor predictivo negativo, 100%)
		Deslizamiento reducido	Sugiere ventilación regional reducida (hiperinsuflación, ampollas enfisematosas)
		Deslizamiento ausente	Sugiere ausencia de ventilación regional; Sugiere neumotórax con precisión dependiente del contexto (pacientes traumatizados: Sensibilidad, 98,1 %; Especificidad, 99,2 %)
Signo de la orilla del mar	Líneas rectas por encima de la línea pleural y patrón arenoso por debajo de la línea pleural visualizados en modo M.	Confirma el movimiento de la línea pleural sincrónica con la ventilación corriente, con mayor velocidad de cuadro.	Útil en condiciones clínicas donde el deslizamiento es reducido o poco visible.

Pulso pulmonar	Movimiento de la línea pleural sincronizado con los latidos del corazón en ausencia de deslizamiento pulmonar (en modo 2D o M).	La pleura parietal y visceral están en contacto, pero la ventilación regional está alterada.	Confirma ausencia de ventilación regional (vías aéreas obstruidas, hiperinsuflación, adherencia pleural o ampollas) con Sensibilidad 93,0%, Especificidad 100%. Descarta neumotórax
Signo de la estratosfera	Líneas horizontales rectas por encima y por debajo de la línea pleural en modo M.	Ausencia de movimiento de la línea pleural, ya sea sincrónicamente con la ventilación corriente o con los latidos del corazón. La pleura parietal y visceral puede no estar en contacto.	Sugerir neumotórax con precisión dependiente del contexto (pacientes traumatizados: sensibilidad, 98,1 %; especificidad, 99,2 %). Puede deberse a un alto nivel de PEEP.
Punto pulmonar	Alternancia de deslizamiento normal y abolido durante la ventilación corriente en 2D; alternancia de signo de la costa y la estratosfera en modo M.	Punto de contacto entre el pulmón colapsado y la colección de aire del neumotórax.	Confirma neumotórax (sensibilidad, 66,0 %; especificidad, 100 %).

		<p>Su posición se puede mapear en el tórax.</p> <p>Está ausente cuando el pulmón está completamente colapsado.</p>	<p>Permite la semicuantificación del colapso pulmonar: superior al 30 % si está por debajo de la línea medio axilar (sensibilidad, 90,9 %; especificidad, 81,3 %).</p>
--	--	--	--

Artefactos:

Signos	Descripción	Interpretación de Ultrasonido y patrones asociados.	Condiciones clínicas y aplicaciones.
Líneas A	<p>Artefactos de reverberación visualizados como líneas hiperecoicas horizontales debajo de la línea pleural y repetida a una distancia constante igual a la distancia entre la línea pleural y la superficie de la sonda, visualizados en 2D.</p>	<p>Perfil A: Líneas A con máximo 2 líneas B y deslizamiento pulmonar en campos anteriores.</p>	<p>Corresponde a la aireación normal (fuerte correlación con la densidad del tejido regional medida por tomografía computarizada cuantitativa; $r S = 0,79$.</p> <p>Descartar neumotórax (sensibilidad, 95,3%; especificidad, 91,1%; valor predictivo negativo, 100%</p>

			Permite distinguir la exacerbación de la EPOC del edema cardiogénico Sensibilidad, 100%; Especificidad, 92,0%.
		Líneas A sin deslizamiento pulmonar, pero con pulso pulmonar.	Confirmar ausencia de ventilación regional (vías aéreas obstruidas, hiperinsuflación, adherencia pleural o ampollas) con Sensibilidad 93,0%, Especificidad 100%. Descartar neumotórax.
		Líneas A sin deslizamiento pulmonar y sin pulso pulmonar	Sugerir ventilación regional ausente. Sugerir neumotórax con precisión dependiente del contexto (pacientes traumatizados: Sensibilidad, 98,1 %; Especificidad, 99,2 %.
Líneas B	Artefactos verticales hiperecogénicos en cola de cometa derivados de la línea pleural, moviéndose sincrónicamente con ella, llegando generalmente al	Se puede visualizar un máximo de 2 líneas B por exploración en un pulmón sano. Se originan en la pleura visceral.	Pulmón normal Descartar neumotórax (Sensibilidad, 100 %; Especificidad, 60,0 %; valor predictivo negativo, 100 %)

	fondo de la pantalla en 2D, en forma de láser, borrando las líneas A.		
		<p>Patrón B ("cohetes de pulmón"): se visualizan ≥ 3 líneas B por escaneo</p> <p>La distribución de la línea B permite distinguir enfermedades específicas</p>	<p>Indica síndrome intersticial.</p> <p>Permite el diagnóstico diferencial entre exacerbación de EPOC y edema cardiogénico (Sensibilidad, 100%; Especificidad, 92,0%).</p>

Derrame plural

Signos	Descripción	Interpretación de ultrasonido y patrones asociados.	Condiciones clínicas y aplicaciones.
Espacio intrapleural hipoanecoico	Zona dependiente y generalmente sin eco que actúa como una ventana acústica entre la pleura	Colección de líquido, la distancia intrapleural se puede medir.	Permite la cuantificación del derrame pleural (correlación con el volumen del derrame pleural drenado, $R^2 = 0,51-0,84$)
		La eco textura puede ser homogénea, heterogénea o loculada.	<p>Permite el diagnóstico etiológico del Derrame.</p> <p>Guiar el drenaje torácico (tasa de éxito, 97 %)</p>

Signo sinusoidal	Aspecto sinusoidal del movimiento de la pleura visceral dentro del derrame en modo M.	Confirma la recolección de líquido libre.	Permite distinguir regiones eco pobres (efusión libre, colección focal)
-------------------------	---	---	---

Consolidaciones

Signos	Descripción	Interpretación de ultrasonido y patrones asociados.	Condiciones clínicas y aplicaciones.
Trituración	Imágenes subpleurales pobres en eco delimitadas por bordes irregulares en 2D	Pequeña consolidación yuxtapleura.	Presente en el 36,6% de los casos en enfermedades pulmonares parenquimatosas difusas (fibrosis, sarcoidosis, neumonía intersticial, silicosis, etc.)
			Puede corresponder a infartos pulmonares subpleurales en embolismo pulmonar (solo: sensibilidad, 60,9%; especificidad, 95,9%; combinado con ecografía vascular y cardiaca: sensibilidad, 90,0%; especificidad, 86,2%).

			Apoya el diagnóstico de neumonía asociada al ventilador (solo: sensibilidad, 81,0 %; especificidad, 41,0 %; combinado en VPLUS \geq 2: Sensibilidad, 71,0 %; Especificidad, 69,0 %.
Patrón similar a un tejido	Textura homogénea de un lóbulo, similar al parénquima abdominal.	Corresponde a la pérdida total de aireación; se visualiza una imagen real y el pulmón aparece como un pulmón Anatómico.	Confirma el diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad (sensibilidad, 93,4–99 %; especificidad, 95–97,7 %).
Broncograma aérea	Imágenes intraparenquimatosas hiperecoicas visualizadas dentro de un patrón similar a un tejido en 2D	Corresponde al aire atrapado dentro de la consolidación.	Si está ausente: Corresponde a una reabsorción completa de aire y potencialmente no vía aérea permeable.
			Si es estático: Corresponde a vía aérea potencialmente no permeable, reabsorción de aire incompleta. Presente en el 40-90% de las neumonías.

			<p>Si es dinámico: Corresponde a vía aérea permeable: descarta atelectasia (sensibilidad, 64,0%; especificidad, 94,0%). Está presente en el 86,7–97,0 % de las neumonías.</p>
--	--	--	---

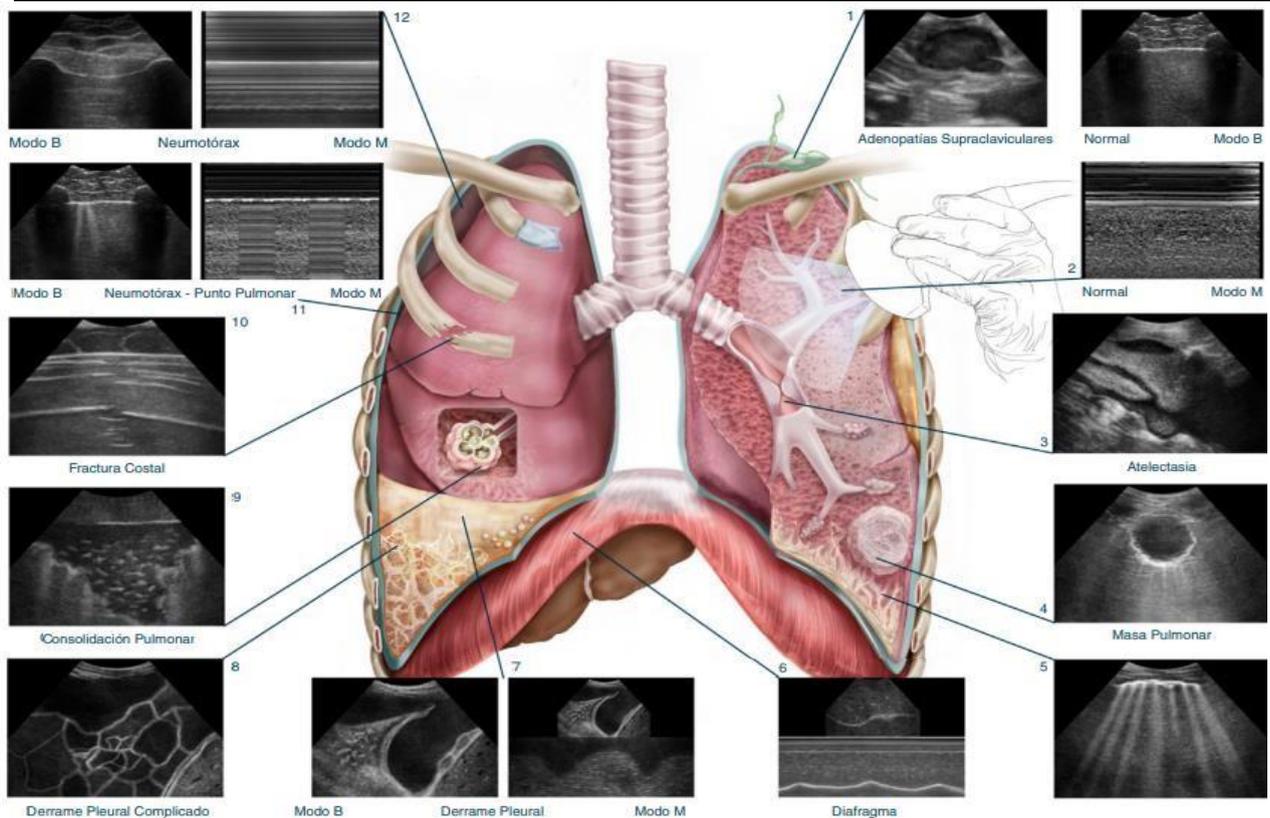


Ilustración pulmonar y ecográfica con diferentes tipos de entidades respiratorias.

Ecografía pulmonar básica en paciente en estado crítico (LUCI)

Los médicos han utilizado varias herramientas para evaluar la función pulmonar, desde el estetoscopio hasta la Tomografía. Después de una larga y cautelosa fase de observación, comenzaron a adoptar cada vez más la ecografía pulmonar, abriendo una nueva "filosofía". De hecho, la inclusión de LUCI cambia muchos aspectos de la esencia de la ecografía, y no solo la ecografía crítica (todos los médicos con un estetoscopio en el bolsillo deberían verse afectados). En la filosofía de LUCI, no hay lugar para la confusión; la máquina, la sonda, las firmas y las aplicaciones son consideradas con una perspectiva holística. (Daniel Liechtenstein, 2017)

Los siete principios de LUCI no han cambiado desde 2001, aparte de una ligera actualización del principio 7. (Daniel Liechtenstein, 2017)

- 1) Una técnica simple sigue siendo adecuada.
- 2) El tórax es un área donde el aire y el agua (gas y fluidos para los puristas) pueden mezclarse. Siguen las reglas de la gravedad. Se puede definir una relación macro-gas/líquido (Ejemplo: derrame pleural y pulmón aireado) y una relación micro-gas/líquido, para definir la situación en la que en un lugar diminuto coexisten los dos elementos (p. ej ., un tabique interlobulillares sub pleural edematoso rodeado de aire).
- 3) El pulmón es el órgano más ancho; se deben definir las áreas de interés
- 4) Todas las firmas surgen de la línea pleural.
- 5) Los artefactos, aunque generalmente se consideran un obstáculo, tienen una importancia crítica en la ecografía pulmonar.
- 6) El pulmón es el órgano más vital. Como todos los órganos vitales, es dinámico. La dinámica principal se conoce como deslizamiento pulmonar.

7) Todos los trastornos que amenazan la vida colindan con la pared torácica. Actualización: y casi todos, incluso los pequeños, tienen una ubicación extensa (por *ejemplo*, un neumotórax puede ser pequeño pero visible en una proyección bastante grande).

Las principales aplicaciones clínicas en el enfermo crítico:

Insuficiencia respiratoria: el protocolo BLUE (Fig1):

Seis perfiles se definen en la pared torácica anterior; uno (el perfil A) dando tres sub perfiles, haciendo ocho perfiles en total. (Daniel Liechtenstein, 2017)

- El perfil A, es la asociación anterior de líneas A más deslizamiento pulmonar. El perfil A indica una presión de oclusión de la arteria pulmonar < 18 mmHg, dato básico en un fallo circulatorio Requiere un análisis venoso (el protocolo específico es demasiado largo para describirlo aquí). La combinación del perfil A y una trombosis venosa profunda (TVP), denominada perfil A-TVP, se asocia con embolia pulmonar.
- El perfil B combina deslizamiento pulmonar con cohetes pulmonares en los cuatro puntos AZULES anteriores. Suele asociarse a edema pulmonar hemodinámico.
- El perfil B' combina deslizamiento pulmonar abolido con cohetes pulmonares anteriores difusos. Se asocia con neumonía.
- El perfil A/B describe la mitad del perfil A en un pulmón y la mitad del perfil B en el otro. Se asocia con neumonía.
- El perfil en C describe la consolidación pulmonar anterior (independientemente de su número o tamaño), lo que típicamente indica neumonía.
- El perfil A sin TVP y con PLAPS, denominado perfil AV-PLAPS, se asocia con neumonía.

- El perfil A sin TVP y sin PLAPS, llamado perfil desnudo (todo normal) está relacionado con la exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica o el asma.
- El perfil A' combina el deslizamiento pulmonar anterior abolido con líneas A exclusivas. Es sugestivo de neumotórax, un diagnóstico definitivo si también está presente un punto pulmonar

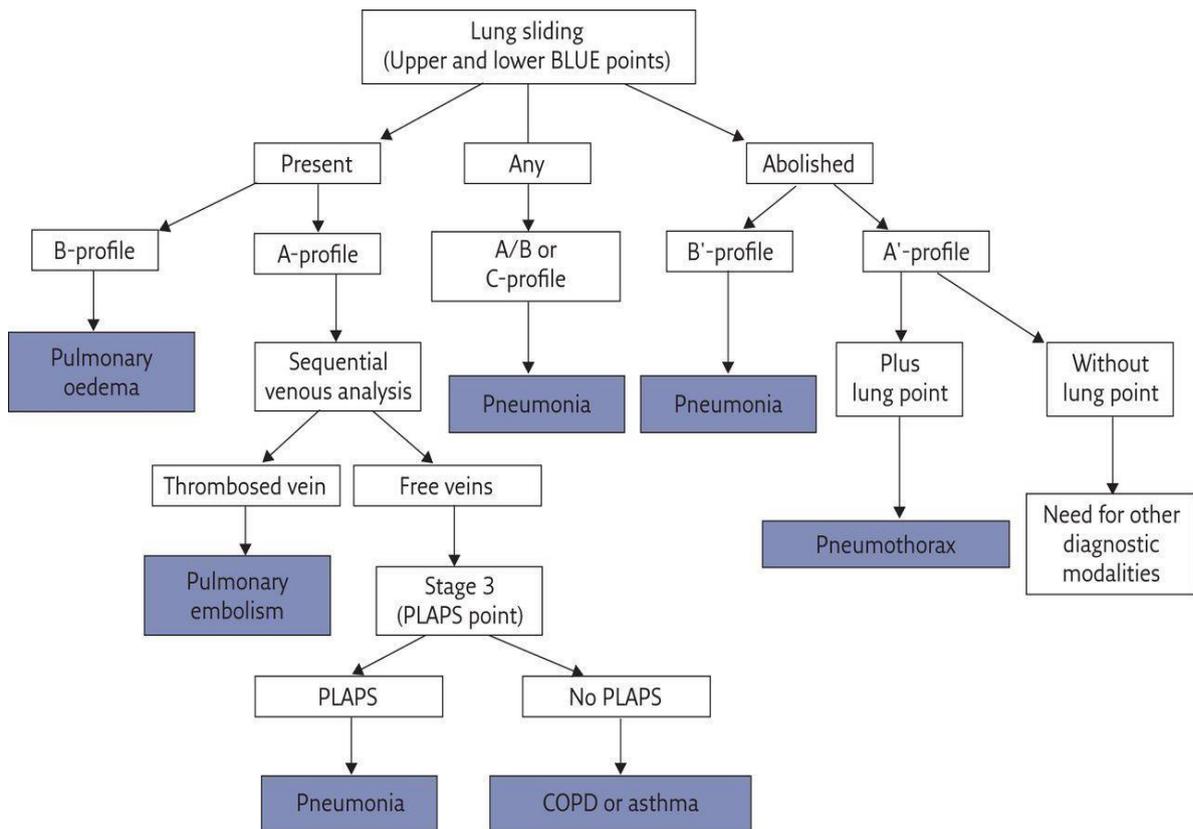


Fig. 1.6 Algoritmo de decisiones protocolo BLUE

Protocolo FALLS: ecografía pulmonar en la evaluación hemodinámica del shock (Fig 1.7)

El protocolo FALLS (Fluid Administration Limited by Lung Sonography) es una herramienta propuesta para el manejo del shock inexplicado, principalmente mediante ecografía pulmonar. La insuficiencia circulatoria aguda es una de las preocupaciones más familiares del intensivista, y la ecocardiografía o los dispositivos de termomodulación transpulmonar se encuentran entre las herramientas más utilizadas en la actualidad. Miden con precisión los cambios en el gasto cardíaco. Sin embargo, dado que solo dan una idea indirecta

del mecanismo del shock, no están completamente diseñados para proporcionar un diagnóstico. El protocolo FALLS se concibió sobre la base de esta consideración. Aprovecha la capacidad de la ecografía para detectar el síndrome intersticial, que será considerado como un marcador directo de volemia clínica. El protocolo FALLS es el producto principal del protocolo BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency). (Lichtenstein D. FALLS-protocol, 2013)

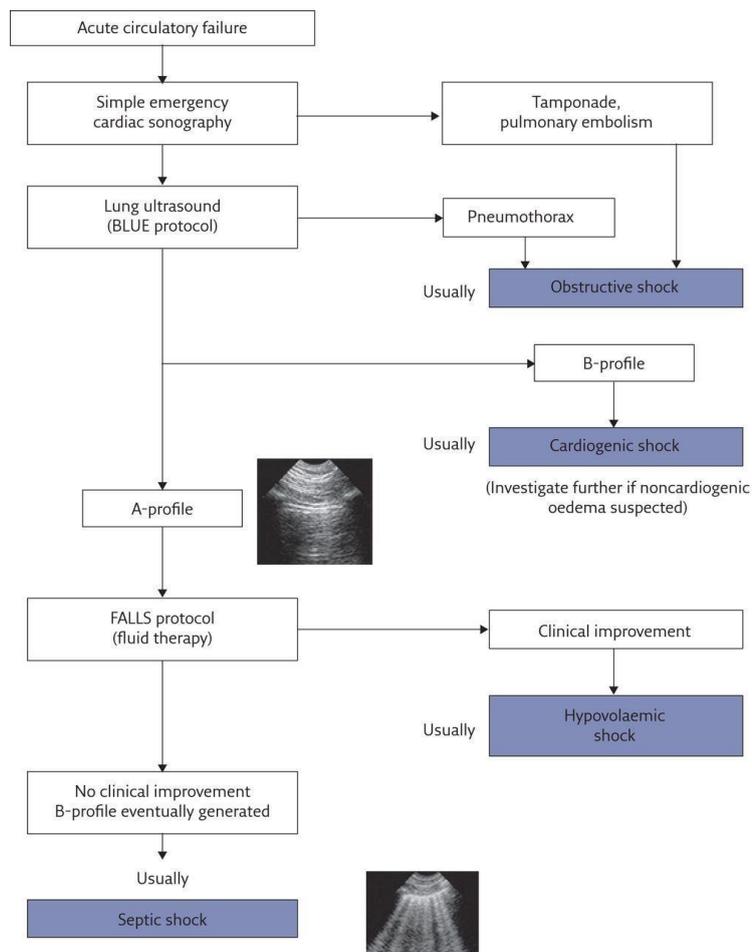


Fig. 1.7 Algoritmo protocolo FALL

Conceptos básicos en la tomografía computarizada de tórax

El estudio del tórax con Tomografía Computarizada constituye la prueba de imagen diagnóstica más sensible y precisa para la detección de la patología torácica. Los equipos de TC utilizados en nuestro entorno son equipos multidetector, es decir, utilizan múltiples detectores, lo que proporciona un examen volumétrico de todo el tórax en pocos segundos, con grosores de corte menores de 1 mm. Esto permite obtener imágenes en los diferentes planos del espacio (axial, coronal y sagital) con resolución isotrópica (figura 1) y también imágenes en tres dimensiones. Las imágenes pueden además procesarse con técnicas como la proyección de máxima intensidad (MIP), útil en la detección de nódulos, o la de mínima intensidad para la valoración de vía aérea, enfisema o zonas de atrapamiento aéreo.

Desde su aparición el número de detectores ha ido aumentando de manera exponencial y recientemente algunos modelos de escáner cuentan además con dos tubos de rayos X (equipos duales) en lugar de uno. Estos nuevos equipos permiten realizar una exploración todavía en menos tiempo, evaluar la perfusión y la ventilación funcional, y proporcionar imágenes cardíacas de alta calidad (Esther Reguero Llorente, Eliseo Arauzo, 2018).

Patrones radiológicos básicos en la tomografía computarizada de alta resolución

La valoración de las enfermedades intersticiales pulmonares mediante la radiografía simple es difícil, no obstante, esta técnica de imagen es el primer paso diagnóstico a seguir ante un paciente en quien se sospecha enfermedad intersticial. Es importante señalar que la detección de un patrón intersticial en un estudio radiológico simple debe ser siempre confirmada mediante una TCAR. La TCAR sirve no solo para caracterizar los hallazgos, sino para valorar su distribución anatómica. (Esther Reguero Llorente, Eliseo Arauzo, 2018).

Mediante la TCAR, las lesiones intersticiales se agrupan en 5 patrones básicos:

1. Patrón lineal-reticular.
2. Patrón nodular.
3. Patrón en «vidrio deslustrado».
4. Patrón quístico.
5. Patrón de condensación o consolidación.

Patrón lineal-reticular

Este patrón se debe al engrosamiento intersticial a nivel de los septos interlobulares o intralobulares:

Engrosamiento de los septos interlobulares

El engrosamiento de los septos interlobulares de localización central produce imágenes lineales de varios centímetros de longitud. Los septos localizados en la periferia y perpendiculares a la superficie pleural dan lugar a las llamadas líneas B de Kerley. El engrosamiento septal puede ser liso o nodular. El engrosamiento liso se produce principalmente en el edema intersticial pulmonar y en la diseminación linfática pulmonar de algunos tumores.

En la linfangitis carcinomatosa, el engrosamiento septal podrá ser liso o nodular. El engrosamiento septal nodular se observa también en el sarcoma de Kaposi, el linfoma y la sarcoidosis. (Fig. 1.8) (Ana Giménez Palleiro, Tomás Franquet 2013)

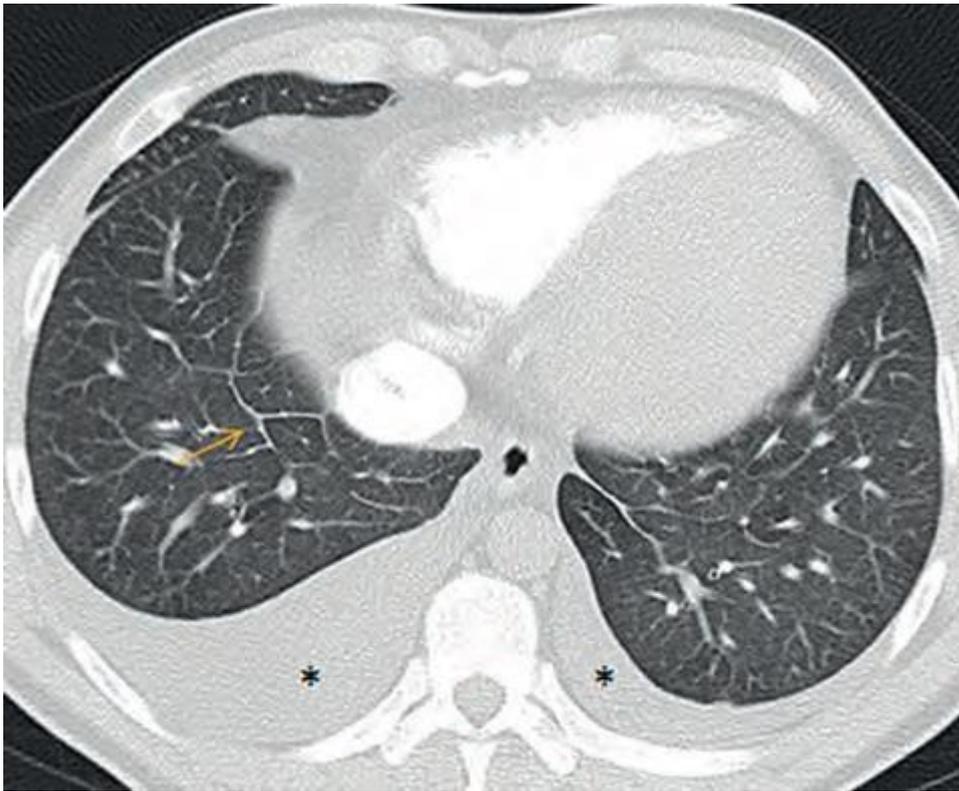


Fig 1.8. Insuficiencia cardíaca. Engrosamiento de septos interlobulillares en LID

Engrosamiento intersticial intralobular:

Se caracteriza por la presencia de una fina trama reticular que se extiende desde las estructuras peribroncovasculares del centro del lobulillo hasta los septos interlobulares, con una morfología «en tela de araña». Este patrón aparece en la linfangitis carcinomatosa y en el edema pulmonar. También está presente en la fibrosis. (Fig. 1.9) (Ana Giménez Palleiro, Tomás Franquet 2013).

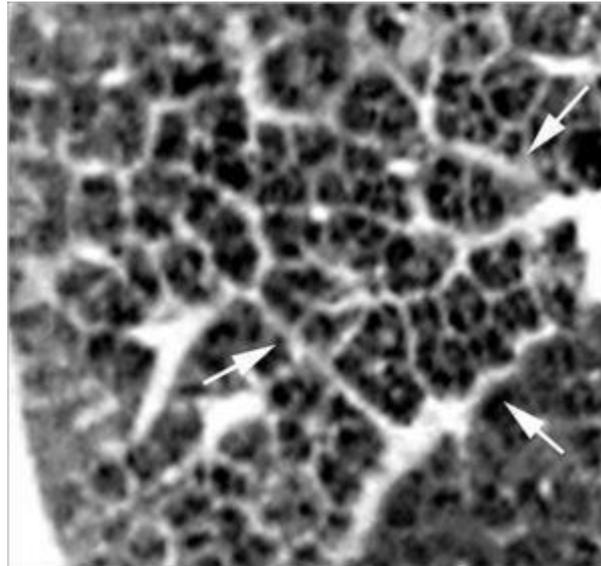


Fig. 1.9 típico patrón reticular debido al engrosamiento del intersticio intralobular.

Patrón nodular:

Los nódulos pueden ser de pequeño tamaño (>2mm) o miliares (1-2mm). El patrón micronodular es frecuente en enfermedades granulomatosas como la sarcoidosis, la tuberculosis, la silicosis y la histiocitosis de células de Langerhans, así como también en pacientes con metástasis. Pueden verse también imágenes micronodulares en pacientes con enfermedad alveolar, con una localización centrolobulillar. La distribución anatómica de los nódulos es de gran importancia en el diagnóstico. La distribución perilinfática es sugestiva de sarcoidosis, silicosis o linfangitis carcinomatosa; una distribución aleatoria es característica de la tuberculosis miliar o de las metástasis; la distribución centrolobulillar es típica de la patología inflamatoria o infecciosa de la pequeña vía aérea o del espacio peribronquiolar (Fig.2) (Ana Giménez Palleiro, Tomás Franquet 2013)



Fig2 correspondiente a patrón miliar

Patrón en «vidrio deslustrado»:

En la TCAR, el patrón en «vidrio deslustrado» se define como un tenue aumento de la densidad pulmonar de distribución a menudo geográfica, que no borra las estructuras vasculares adyacentes. Es un patrón inespecífico que se asocia a enfermedades alveolares, intersticiales o mixtas. En la enfermedad intersticial es visible cuando existe engrosamiento de los septos interlobulares o un grado mínimo de fibrosis. En la mayoría de los casos indica una patología potencialmente tratable. Se denomina patrón en «empedrado» (crazy-paving) a la superposición de un patrón lineal sobre un patrón en «vidrio deslustrado». Originalmente este patrón se describió asociado a la proteinosis alveolar, pero también se ha observado en la neumonía lipoidea exógena, en la hemorragia alveolar, en el daño alveolar difuso y en la infección por *Pneumocystis jiroveci*. (Fig. 2.1) (Ana Giménez Palleiro, Tomás Franquet 2013)

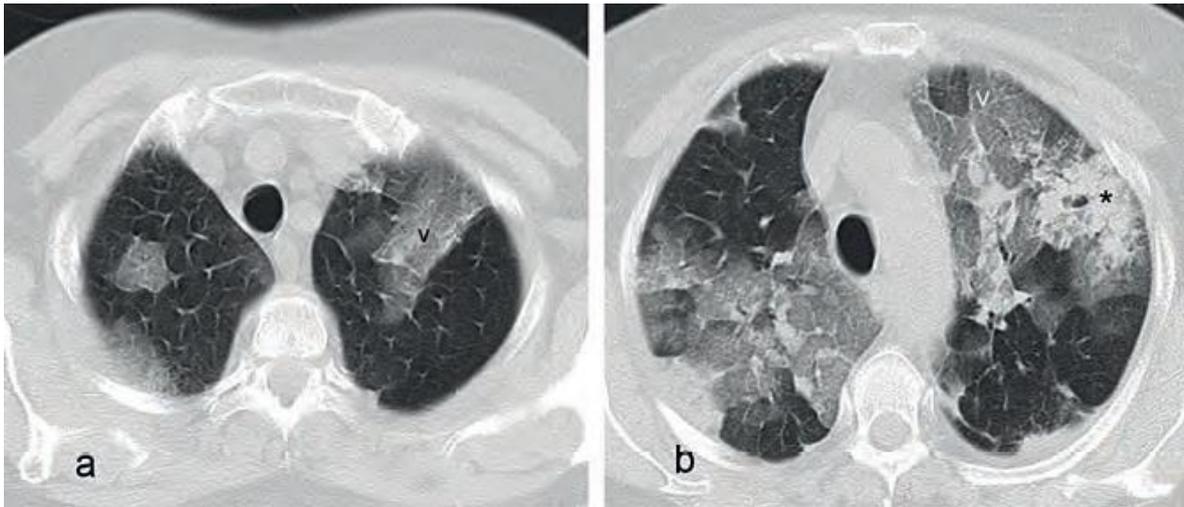


Fig. 2.1 Patrón en vidrio deslustrado por hemorragia alveolar

Patrón quístico:

Caracterizado por la existencia de imágenes redondeadas de paredes finas (generalmente de 1 a 3mm de grosor), bien definidas y con aire en su interior. Los quistes pueden representar neumatoceles, áreas de panalización y bronquiectasias quísticas. Las enfermedades pulmonares crónicas asociadas a la presencia de quistes incluyen: fibrosis pulmonar idiopática, neumonía intersticial linfocítica, histiocitosis pulmonar de células de Langerhans y linfangioleiomiomatosis. El patrón en panal representa el estadio terminal en la afectación pulmonar («pulmón en estadio final») y contraindica la realización de una biopsia pulmonar en dicha zona. En los pacientes con NII, la demostración de panalización en la TCAR tiene implicaciones diagnósticas y pronósticas muy importantes. La presencia de panalización con una distribución atípica se ha descrito en la asbestosis, en la sarcoidosis, en la neumonía intersticial no específica, en la fibrosis pulmonar secundaria al consumo de fármacos y en la alveolitis alérgica extrínseca crónica. (Fig 2.2) (Ana Giménez Palleiro, Tomás Franquet 2013)

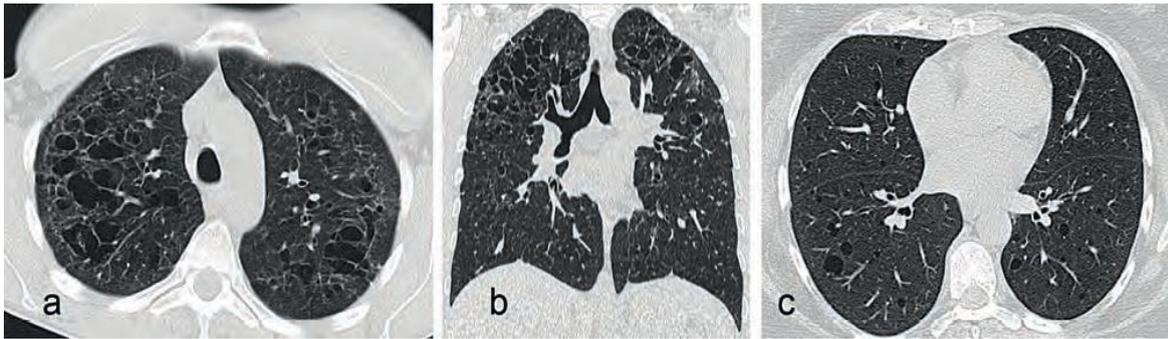


Fig.2.2 Patrón quístico

Patrón de condensación o consolidación:

El patrón de condensación o consolidación se caracteriza por un aumento de la atenuación pulmonar asociado a un borramiento del contorno de los vasos adyacentes; en ocasiones puede identificarse la presencia de broncograma aéreo. En la mayoría de los casos el patrón de condensación representa enfermedad alveolar. Es un patrón frecuentemente observado en las infecciones, y puede estar presente también en la neumonía intersticial aguda, en la neumonía organizada y en la alveolitis alérgica extrínseca. (Fig 2.3) (Ana Giménez Palleiro, Tomás Franquet 2013).

Fig. 2.3 Consolidados parenquimatosa en ambos lóbulos superiores



Hipótesis

Existe correlación entre los hallazgos ecográficos realizado por médicos no radiólogos de la unidad de cuidados intensivos y tomográficos para el diagnóstico de patologías pleuro pulmonares en pacientes en estado crítico de la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vélez Paiz.

HIPOTESIS NULA:

No Existe correlación entre los hallazgos ecográficos pulmonares realizado por médicos no radiólogos de la unidad de cuidados intensivos y tomográficos para el diagnóstico de patologías pleuro pulmonares en pacientes en estado crítico de la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vélez Paiz.

Diseño Metodológico.

Tipo de estudio:

- De acuerdo con el método de investigación y control de la asignación de los factores de estudio es **observacional**.
- Según la finalidad y el propósito del diseño metodológico es **descriptivo**.
- De acuerdo con el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es **retrospectivo**.
- Por el periodo y secuencia temporal del estudio es **transversal**.
- De acuerdo con la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista 2014, el tipo de estudio es **correlacional**.

Área de Estudio:

El estudio se realizará en el Hospital Dr. Fernando Vélez Paiz en el municipio de Managua en pacientes ingresados en el servicio de cuidados intensivos para comparar la capacidad diagnóstica de ecografía pulmonar realizado por médicos no radiólogos con tomografía de tórax diagnóstico en el periodo de julio 2022 - diciembre 2022.

Población de estudio:

Universo: El universo está constituido por 57 pacientes ingresados en el servicio de cuidados intensivos con diagnóstico de patologías pleuro pulmonares por métodos clínicos y estándares en los cuales se realizó ecografía pulmonar tomografía de tórax en el hospital Dr. Fernando Vélez Paiz en el periodo de julio 2022 - diciembre 2022.

Muestra: La muestra es de 50 pacientes se calculó mediante ecuación estadística, para obtener un índice de confianza del 95% con un margen de error del 5%, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

n = El tamaño de la muestra que queremos calcular

N = Tamaño de la población

Z = Es la desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza deseado. En función del nivel de confianza que busquemos, usaremos un valor determinado. Los valores más frecuentes son:

o Nivel de confianza 90% -> Z=1,645

o Nivel de confianza 95% -> Z=1,96

o Nivel de confianza 99% -> Z=2,575

e = Es la precisión o el margen de error máximo que admito

p = Es la proporción que esperamos encontrar. Como regla general, usaremos p=50% si no tengo ninguna información sobre el valor que espero encontrar. (p= 0.5)

Criterios de inclusión

1. Todo paciente con diagnóstico de patología pulmonar que ingreso a unidad de cuidados intensivos.
2. Paciente al cual se realizó ecografía pulmonar y tomografía de tórax.
3. Ingresados en el mes de julio a diciembre 2022.
4. Pacientes con expedientes completos.

Criterios de Exclusión

1. Pacientes que no cumplan criterios de inclusión.

Listado de variables:

Objetivo específico 1

- Características basales

Objetivo específico 2

- Características clínicas
- Diagnóstico de ingreso

Objetivo específico 3

- Hallazgos tomográficos
- Hallazgo Ecográfico
- Correlación de los hallazgos

Objetivo específico 4

- Sensibilidad de ecografía pulmonar
- Especificidad de ecografía pulmonar

Método, Técnica e Instrumento para la recolección de datos e información

La presente investigación se adhiere al paradigma socio crítico, de acuerdo con esa postura, todo conocimiento depende de las prácticas de la época y de la experiencia. No existe, de este modo, una teoría pura que pueda sostenerse a lo largo de la historia. Por extensión, el conocimiento científico que existe en un momento histórico determinado. A partir de razonamientos, la teoría crítica presta especial atención al contexto de la sociedad. (Pérez Porto, 2014)

Por el uso de datos cuantitativos y análisis de la información cualitativa, así como por su integración y discusión holísticas-sistémicas de diversos métodos y técnicas cuali-cuantitativas de investigación esta investigación está realizada mediante la aplicación de enfoque filosófico mixto de la investigación. (Hernández, Batista, 2014)

En respuesta de lo antes mencionado dentro de la integración metodológica, se aplicaron las siguientes técnicas cuantitativas y cualitativas de investigación:

- **Técnicas cuantitativas:**

Frecuencia y porcentaje

- **Técnicas Cualitativas**

Asociación de variables, Correlación de Spearman, Cuadros de contingencia

Recolección de datos:

La fuente de información fue secundaria a través de la revisión de expedientes clínicos. Se solicitó autorización a subdirección docente del hospital para el acceso a los expedientes clínicos. Posteriormente se realizó un listado de todos los casos que cumplieron con los criterios de inclusión, los cuales fueron solicitados para extraer la información en una ficha de recolección de datos que contribuirá a responder los objetivos del estudio.

Ecografía pulmonar:

Ecografía realizada por médicos residentes de medicina crítica del adulto, con entrenamiento de 10 horas por especialista en ecografía en pacientes críticos, actualmente cada residente con más de 200 ecografías pulmonares realizadas cada uno y respaldado con jefe del servicio con cada hallazgo ecográfico encontrados; utilizando protocolo estandarizando en la unidad de cuidados intensivos para diagnóstico completo de patologías pulmonares “**UP-COD**” (ver anexos)

Consideraciones éticas:

Puesto que no se intentó cambiar una conducta médica, sino tomar los datos del expediente clínico, para saber los datos del manejo de los pacientes; se considera una investigación sin riesgo, por tanto, el consentimiento informado se obtuvo sin formularse por escrito, por lo que se tomó como base de consentimiento informado firmado por el paciente antes de ingresar a las salas donde fue manejado. Como toda investigación médica, prevaleció el criterio del respeto a la dignidad y la protección de los derechos y bienestar de los pacientes de acuerdo con la Ley General de Salud.

Operacionalización de variables

Objetivo específico 1: Mencionar las características basales de los pacientes en estudio.

Variable Conceptual	Sub-VARIABLES	Variable operativa/ Indicador	Técnicas Recolección de datos	Tipo de variable	Categoría estadística	Valor final
Características Sociodemográficas	Edad	Tiempo de años de vida desde su nacimiento.	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativo discreta	Escala	Años
	Sexo	Característica Genotípica que diferencia cada individuo.		Cualitativa Dicotómica	Nominal	Masculino Femenino
	Procedencia	Sala de procedencia.		Cualitativa Dicotómica	Nominal	Emergencia Medicina I. Cirugía G. Cirugía plast. Gineco y Obs. Traumatología
	Diagnóstico pulmonar al ingreso	Diagnóstico con el que fue ingreso en la UCI por técnicas estándares (historia			Nominal	Neumonía Derrame pleural Neumotórax

Utilidad diagnóstica de ecografía pulmonar en patologías pleuro pulmonares en la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vález Paiz en el periodo de julio a diciembre del año 2022.

		clínica, radiografía de tórax, laboratorios)				Atelectasia Edema agudo de pulmón Contusión pulmonar SDRA
--	--	---	--	--	--	--

Objetivo específico 2: Describir las características clínicas y diagnóstico de ingreso de los Pacientes en estudio.

Variable Conceptual	Sub-Variables	Variable operativa/ Indicador	Técnicas Recolección de Datos	Tipo de variable	Categoría estadística	Valor final
Antecedentes	Antecedentes personales patológicos	Presencia de una o más enfermedades	Ficha de recolección de datos Expediente	Cualitativa Dicotómica	Nominal	HTA Cardiopatía sERC VI H EP OC DM Obesidad Cáncer Asma Otras No presenta

Utilidad diagnóstica de ecografía pulmonar en patologías pleuro pulmonares en la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vélez Paiz en el periodo de julio a diciembre del año 2022.

	Antecedentes personales no patológicos	Datos del paciente que podrían desencadenar o agravar una patología.		Cualitativa Dicotómica	Nominal	Tabaquismo Alcoholismo Drogas Exposición a biomasa No presenta
Signos vitales	Presión arterial sistólica	Primera cifra de los valores de presión arterial que determina la presión con la que es eyectado el Volumen sistólico.	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativo Numérica discreta	Escala	MmHg
	Presión arterial media	Presión de perfusión de tejido tisular		Cuantitativo Numérica discreta	Escala	MmHg
	Saturación de oxígeno	Niveles de saturación de la oxihemoglobina		Cuantitativo Numérica discreta	Escala	SO2%
	Frecuencia respiratoria	Número de respiración por minuto		Cuantitativo Numérica discreta	Escala	Rpm
PcO2	Nivel de dióxido de carbono registrado en gasometría	Cuantitativo Numérica discreta		Escala	MmHg	

Utilidad diagnóstica de ecografía pulmonar en patologías pleuro pulmonares en la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vélez Paiz en el periodo de julio a diciembre del año 2022.

parámetros gasométricos	PaO ₂ %	Niveles de presión parcial de oxígeno registrado en gasometría	Cuantitativo Numérica discreta	Escala	MmHg
	PaO ₂ /FiO ₂	Relación entre la presión parcial de oxígeno y fracción de oxígeno	Cuantitativo Numérica discreta	Escala	MmHg
Pruebas de laboratorio	Leucocitos totales	Células de línea blanca totales del sistema inmunológico	Cuantitativo Numérica discreta	Escala	10 ⁹ cells•L
	Neutrófilos totales	Primera línea de defensa de células blancas del sistema inmunológico	Cuantitativo Numérica discreta	Escala	10 ⁹ cells•L
	Procalcitonina	Prueba proinflamatoria	Cuantitativo Numérica discreta	Escala	ng/dl
	Proteína C reactiva	Prueba proinflamatoria	Cuantitativo Numérica discreta	Escala	mg/dL
Diagnostico	Patología pleuro pulmonar al ingreso a UCI	Diagnóstico con el que fue ingreso en la uci por técnicas estándares (historia clínica, radiografía de tórax, laboratorios)	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Neumonía Derrame pleural Neumotórax

Utilidad diagnóstica de ecografía pulmonar en patologías pleuro pulmonares en la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vález Paiz en el periodo de julio a diciembre del año 2022.

						Atelectasia
						Edema agudo de pulmón
						Contusión pulmonar
						SDRA
						Hemo- neumotórax
						Edema agudo del pulmón

Objetivo específico 3: Correlacionar los hallazgos imagenológicos entre ultrasonido pulmonar y tomografía de tórax en pacientes con patologías pleuro-pulmonares en estudio.

Variable Conceptual	Sub-VARIABLES	Variable operativa/ Indicador	Técnicas Recolección de Datos	Tipo de variable	Categoría estadística	Valor final
Patrones tomográficos	Aumento de la densidad pulmonar	Alteración del parénquima pulmonar	Ficha de recolección de datos Expediente	Cualitativa Categorica	nominal	Opacidades lineares y reticulares Nódulos Vidrio deslustrado Consolidación Atelectasias Masa Pulmonar
	Disminución de la densidad pulmonar	Alteración del parénquima pulmonar		Cualitativa	Nominal	Bronquiectasia Enfisema Penalización
	Neumotórax	Aire entre las pleuras parietales y viscerales pulmonar		Cualitativa	Dicotómica	Si No
	Derrame pleural	Líquido libre entre las cavidades pleurales y viscerales pulmonares		Cualitativa	Dicotómica	Sí No

Patrones ecográficos	Patrones de consolidación	Ocupación de espacio alveolar		Cualitativa	Nominal	Patrón tisular (signo tisular) Signo de trituración Broncograma aérea
	Derrame pleural	Líquido libre entre las cavidades pleurales y viscerales pulmonares		Cualitativa	Nominal	S. Medusa S. Rectar S. Sinusoidal
	Atelectasia	Colapso de las vías aéreas		Cualitativa	Dicotómica	Sí No
	Neumotórax	Aire entre las pleuras parietales y viscerales pulmonar		Cualitativa	Nominal	S. Estratosfera P. Pulmonar Deslizamiento pleural ausente
	Edema Pulmonar	Extravasación de líquido al espacio alveolar por aumento de la presión en cuña capilar.		Cualitativa	Dicotómica	Sí No
	Perfil A	Deslizamiento pulmonar anterior con líneas A.		Cualitativa	Dicotómica	Sí No
	Perfil A'	Es un perfil A, con deslizamiento pulmonar suprimido.		Cualitativa	Dicotómica	Sí No

Utilidad diagnóstica de ecografía pulmonar en patologías pleuro pulmonares en la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vélaz Paiz en el periodo de julio a diciembre del año 2022.

Perfiles ecográficos	Perfil B	Deslizamiento pulmonar anterior con los cohetes pulmonares.		Cualitativa	Dicotómica	Sí No
	Perfil B'	Un perfil B con deslizamiento pulmonar abolido		Cualitativa	Dicotómica	Sí No
	Perfil A/B	Es perfil A en un pulmonar y perfil en otro pulmón		Cualitativa	Dicotómica	Sí No
	Perfil C	Consolidación pulmonar anterior, independientemente del tamaño y el número.		Cualitativa	Dicotómica	Sí No

Objetivo 4: Determinar la sensibilidad y especificidad de ecografía pulmonar para diagnóstico de patologías pleuro-pulmonares en los pacientes en estudio.

Variable Conceptual	Sub-VARIABLES	Variable operativa/ Indicador	Técnicas Recolección de Datos	Tipo de variable	Categoría estadística	Valor final
Ecografía pulmonar	Patrones de consolidado	Sensibilidad y especificidad			Cuadro de contingencia	%
	Derrame pleural	Sensibilidad y especificidad			Cuadro de contingencia	%
	Neumotórax	Sensibilidad y especificidad			Cuadro de contingencia	%
	Atelectasias	Sensibilidad y especificidad			Cuadro de contingencia	%
	Edema de pulmón	Sensibilidad y especificidad			Cuadro de contingencia	%

Resultados

En la tabla 1 se muestra las características basales de las pacientes en estudio predominando las mujeres en 52%, con edades media de 43 ± 22 años; solo el 60% de los pacientes presentaron comorbilidades, en este grupo de pacientes la HTA fue la comorbilidad más frecuente en un 26%, le sigue en frecuencia cardiopatía en un 20% , en relación a los diagnósticos pleuro pulmonares de ingreso el 50% de los pacientes presento diagnóstico de neumonía comunitaria y en segundo lugar neumonía hospitalaria, en tercer lugar coinciden edema agudo de pulmón, neumonía aspirativa y derrame pleural con un 14%; el 36% de los paciente necesitaron soporte ventilatoria desde su ingreso y el 42% necesito soporte circulatoria con vasopresores.(Ver Tabla 1).

En relación a los parámetros de laboratorio de los paciente en estudio, en el comportamiento gasométrico se observó que la saturaciones de oxígeno fue de 97 ± 3.8 %, la presión parcial de dióxido de 35 ± 9.8 MmHg, presión parcial de oxígeno 97 ± 32.8 , relación PaO₂ y FiO₂ de 214 ± 175.8 MmHg; en relación a los estudios proinflamatorios, la procalcitonina fue de 6.1 ± 13.8 ng/dl, la proteína C reactiva fue de 80 ± 73.8 mg/dl; en relación a la celularidad encontrada en los pacientes los leucocitos fueron de $15,290 \pm 8,093$ cel., los neutrófilos fueron de 75 ± 16.1 %, los linfocitos de 18 ± 15.5 %. (Ver tabla 2).

En relación a los hallazgos tomográfica en el 66% de la población se observó patrones de aumento de atenuación pulmonar, de los cuales la consolidación se encontraron en el 24%, vidrio deslustrado en el 14%, opacidades lineales y reticulares en el 4% y en un 17% no se encontraron hallazgo que aumentaba la atenuación; ecográficamente en el 62% de la población se encontró patrones de consolidación, donde el signo de trituración se observó en el 44%, signo tisular en el 16%, broncograma aéreo en 2% y en un 38% no se observó patrones de

consolidado. Las dos técnicas se coinciden en resultados positivos en un 90% y coincidencia en 94% de los resultados negativos. En relación a derrame pleural el 50% de la población presentó derrame pleural por tomografía, por hallazgos ecográficos se detectó en el 36% y un 64% no se observó, coincidiendo en 72% de los casos positivos. (Ver tablas 3, 3.1, 3.2).

En relación a las atelectasias el 66% de la población presentó este hallazgo en tomografía; ecográficamente el 20% presentó atelectasia, coincidiendo en 44.5% de los casos positivos y en 93% de los casos negativos (V. En relación a neumotórax el 14% de la población se observó datos tomográficos, coincidiendo en mismo número con los hallazgos ecográficos; un 43% de la población no presentó neumotórax en tomografía y ecografía. (Ver Tabla 3.3 y 3.4); un 14% de la población en estudio presentó edema pulmonar como hallazgo tomográfico, ecográficamente se detectó un 12% de la población, coincidiendo ambos estudios con casos positivos en un 86%. (Ver Tabla 3.5).

Al realizar el análisis estadístico con correlación de Spearman encontrando un valor de p menor que el nivel crítico de comparación $\alpha=0.05$ en los hallazgos ecográficos antes mencionado, siendo estadísticamente significativo. Se obtuvo además un valor de coeficiente de correlación de **0.830** (*relación muy alta*) para patrones consolidativos, **0.915** (*relación muy alta*) edema pulmonar, **0.750** (*relación alta*) para derrame pleural, **0.458** (*relación moderada*) para atelectasias y de **1.000** (*relación perfecta*) para neumotórax, comparados con los hallazgos tomográficos en las mismas categorías. (Ver tabla 3.1, 3.2, 3.3, 3.4).

En relación a la sensibilidad de los patrones ecográficos para diagnóstico de patologías pleuro pulmonares se calcula sensibilidad de 91%, especificidad de 94%, valor predictivo

positivo de 97%, valor predictivo negativo de 84% para diagnóstico de patrones que aumentan la atenuación pulmonar tomográfica (Tabla 4.1); para diagnóstico de derrame pleural se observó sensibilidad de 72%, especificidad del 100%, valor predictivo positivo de 100%, valor predictivo negativo de 78% (Tabla 4.2); en relación al diagnóstico al diagnóstico de neumotórax se observó una sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo, valor predictivo positivo del 100% (Tabla 4.3), también se observó una sensibilidad de 44%, especificidad de 94%, valor predictivo positivo de 80%, valor predictivo negativo de 75% para diagnóstico de atelectasias (Tabla 4.4). Respecto al diagnóstico de edema pulmonar ecográfica se observó una sensibilidad de 86%, especificidad de 100%, valor predictivo positivo de 100% y un valor predictivo negativo del 98%. (Tabla 4.5).

Discusión y Análisis de resultados

Se realizó un estudio con una muestra de 50 pacientes donde se correlaciona la utilidad del ultrasonido pulmonar realizados por médicos no radiólogos del área de unidad de cuidados para diagnóstico de patologías pulmonares en un período de 6 meses y se compararon con el método diagnóstico estándar de oro que es la TACAR. En esta muestra la mayoría fueron mujeres, la edad media fue de 43 años, las comorbilidades más frecuentes fueron HTA, cardiopatía, diabetes tipo 2 encontrando correspondencia con los hallazgos del estudio de AS Maltez realizado en Hospital Manolo Morales en Managua en el 2021, en correspondencia a tendencia de estadísticas nacionales donde las principales patologías crónicas son HTA y diabetes tipo 2. Los diagnósticos de las patologías pulmonares que conllevaron al ingreso a UCI se realizaron según parámetros clínicos, radiológicos y laboratorios complementarios, se encontró que los diagnósticos de neumonía adquirida en la comunidad y neumonía hospitalaria fueron las predominantes y en segundo lugar edema agudo de pulmón, de estos un 36% necesitó asistencia ventilatoria mecánica, encontrando correspondencia con estudios internacionales de Daniel A Linchtenstein, CHEST 2008 y Yogendra Amatya en 2018 quienes estudiaron la correlación de ultrasonido en enfermos con diagnósticos previos de neumonía, tromboembolismo pulmonar e insuficiencia cardíaca.

A los 50 pacientes estudiados se les realizó ultrasonido pulmonar y TACAR. Con respecto al estudio tomográfica los patrones más frecuentemente reportados por radiólogos fueron aumento de la atenuación en este patrón (66%), la consolidación pulmonar fue la más frecuente y en segundo lugar imagen de vidrio deslustrado correspondiendo al diagnóstico de ingreso principal que fue neumonía. En tercer lugar, se reportaron otros patrones tomográficos que incluían derrame pleural, atelectasias o neumotórax, encontrando correspondencia en los hallazgos tomográficos reportados en los estudios realizador por AS Maltez y los descritos por

Lichtenstein en 2009 así como también reporta mayor frecuencia de signos de consolidación el estudio de Liu XL, Lian R y colaboradores (63%) realizado en China en 2014.

En los pacientes que se les realizó ecografía pulmonar se encontraron signos de consolidación en 62% de los casos. Los signos ecográficos de consolidación encontrados fueron signo de trituración y signo tisular. El signo de medusa que corresponde al diagnóstico de derrame pleural se reportó en 50%. El signo ecográfico de atelectasia se encontró en 44.5%; El signo ecográfico de código de barras correspondiente a neumotórax se encontró en 14%; la presencia de líneas B gruesas que son signos ecográficos de edema de pulmón se encontró en el 14 %. Estos hallazgos ecográficos de nuestra población estudiada tienen correspondencia a los reportados por las investigaciones del Dr. Daniel Liechtenstein realizadas en 2008 y 2009, así como los resultados de Xiao- lei y colaboradores en 2015 quien reporta en su investigación mayor frecuencia de signos ecográficos de consolidación.

Realizamos correlación entre cada signo ecográfico pulmonar con su correspondiente hallazgo por tomografía de alta resolución. Encontramos que existe correlación entre los signos ecográficos de consolidación (trituration y tisular) y patrón de consolidación por TACAR con significancia estadística y según la magnitud es muy alta (coeficiente Rho 0.830 $p < 0.001$), (Mayorga LA, 2022) encontramos correspondencia con el estudio realizado por Xiao-lei y colaboradores quienes encontraron correlación entre datos de consolidación y vidrio deslustrado con signos ecográficos de consolidación con significancia estadística ($p < 0.001$).

Derrame pleural en pacientes de UCI se encuentra hasta en un 75% (Soni NJ, Franco R, 2015) estos hallazgos en la población fueron identificado como signo de medusa (Aurelio Luis Wangüemert) en todos los casos positivos, coincidiendo el 72% de los casos identificados por TACAR encontrando correlación con significancia estadística y una magnitud alta en su relación (coeficiente Rho 0.750 $p < 0.002$), (Mayorga LA, 2022)

Los TACAR tiene alta sensibilidad para el diagnóstico de neumotórax en los pacientes según se describe en la literatura, en la ecografía pulmonar hay varios de signo y patrones que identifica neumotórax, en este estudio se identificó "código de barra" y coincidieron en el 100% de los casos positivos en TACAR; encontrando una correlación perfecta y significancia estadística (Coeficiente Rho 1.000; $p < 0.001$) (Mayorga LA, 2022); de la misma manera se correlacionaron líneas B > 3 mm que son artefactos verticales la que identifica congestión intersticial, correlacionado fuertemente con edema pulmonar como describe María Camila Arango en el 2018 (María Camila Arango-Granados, MD1 Virginia, 2018) con una correlación muy alta (Coeficiente Rho 0.915; $p: < 0.001$)

La confiabilidad de una prueba diagnóstica es su capacidad de dar el mismo resultado si se realiza más de una vez, la validez de una prueba diagnóstica es su capacidad de cumplir con un estándar aceptado (Mariano grilli, 2022), este estudio utilizo la validez de criterios la cual se define como la extensión donde una media se compara con una método Gold estándar como en nuestro estudio la TACAR, considerando que para evaluar la sensibilidad y especificidad de la ecografía partimos del conocimiento de personas que esta con diagnóstico de patologías pleuro pulmonar y las comparamos con el método Gold estándar; para una correcta evaluación de prueba diagnóstica se debe conocer elementos como la sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo, positivo; razón de verosimilitud tanto positiva como negativa (José H Donis, 2012) por lo tanto nuestro estudio demostró que los signos ecográficos de patrones consolidativos tuvo una sensibilidad de 91%, especificidad de 94%, Valora predictivo positivo de 97%, valor predictivo negativo 84%; para el diagnóstico neumonía, coincidiendo con el estudio de la Dra. Greta Barbieri refiriendo que los cortes de puntuación de ultrasonografía pulmonar mayores de 3 puntos, presentaban una sensibilidad de 91%; En nuestro estudio también se observó que los signos que sugieren neumotórax demostraba una amplia capacidad diagnóstica con una sensibilidad de 100%, especificidad de 100%, valor predictivo positivo y

Utilidad diagnóstica de ecografía pulmonar en patologías pleuro pulmonares en la unidad de cuidados intensivos del hospital Fernando Vélez Paiz en el periodo de julio a diciembre del año 2022.

negativo de 100%, el derrame pleural y la atelectasia no demostraron una buena sensibilidad, pero se observó una especificidad para la atelectasia de 94% y para el derrame pleural de 100%; para la capacidad de diagnosticar edema agudo de pulmón se observó sensibilidades de 86% y especificidad del 100% y un valor predictivo positivo de 100% y valor predictivo negativo de 98%; El Dr. Daniel Liechtenstein describe la capacidad diagnóstica que tiene la ecografía pulmonar en el abordaje de la insuficiencia respiratoria utilizando protocolo BLUE. Donde describe la sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de patologías pleuro pulmonares coincidiendo con las descritas en este estudio. (Daniel A Liechtenstein, CHEST 2008)

Conclusiones

1. La muestra de estudio en su mayoría fueron mujeres; Los pacientes tienen edad media de 43 años; La hipertensión fue la comorbilidad que más se encontró en el estudio junto al tabaquismo.
2. La Neumonías en su conjunto (comunitaria, nosocomial, aspirativa) fueron la principal causa de ingreso y de estas la neumonía comunitaria predominó en los diagnósticos.
3. Los hallazgos de tomografía como método estándar de oro se correlacionaron con los hallazgos ecográficos valorados, correlación de Spearman.
 - Patrones consolidativos: 0.830 (Relación muy alta).
 - Derrame pleural: 0.750 (Relación alta).
 - Neumotórax: 1.000 (Relación perfecta).
 - Atelectasia: 0.458 (Relación moderada).
 - Edema agudo de pulmón: 0.915 (Relación muy alta).
4. La sensibilidad y especificidad de los patrones ecográficos.
 - Patrones consolidativos: sensibilidad: 91%; Especificidad de 94%, VPP: 97% VPN: 84%.
 - Derrame pleural: Sensibilidad: 72%; Especificidad: 100%; VPP: 100%; VPN: 78%.
 - Neumotórax: Sensibilidad 100%; Especificidad: 100%, VPP: 100%; VPN: 100%.
 - Atelectasia: Sensibilidad: 44%; Especificidad: 94%; VPP : 80%; VPN: 75%.
5. Confirmamos nuestra hipótesis de la existencia de correlación entre los hallazgos ecográficos pulmonar realizados por médicos no radiólogos tomografía de tórax.

Recomendaciones

1. Ampliar el estudio como parte de la línea de investigación con lo que respecta a la maximización de las pruebas.
2. Implementar protocolos sistematizados para la realización de ecografía pulmonar en la unidad de cuidados intensivos.
3. Fomentar el reforzamiento de conocimiento básico de ecografía en médicos no radiólogos.
4. Transpolar el uso de ecografía en otras áreas ajena a la unidad de cuidados intensivos, de esta manera disminuir el uso innecesario de estudios tomográficos en algunos pacientes, disminuyendo costo a la institución, complicaciones implicadas en el traslado de paciente y obtener una respuesta inmediata para decisiones terapéuticas al pie de la cama del paciente.
5. Se recomienda la ecografía pulmonar para diagnóstico temprano de neumonía y detección de neumotórax al pie de la cama del paciente.

Bibliografía

1. Amatya Y, Rupp J, Russell FM, Saunders J, Bales B, House DR. Diagnostic use of lung ultrasound compared to chest radiograph for suspected pneumonia in a resource-limited setting. *Int J Emerg Med.* 2018 Mar 12;11(1):8. doi: 10.1186/s12245-018-0170-2. PMID: 29527652; PMCID: PMC5845910. Chan KK, Joo DA, McRae AD, Takwoingi Y, Premji ZA, Lang E, Wakai A. Ultrasonografía de tórax versus radiografía de tórax en decúbito supino para el diagnóstico de neumotórax en pacientes traumatizados en el departamento de emergencias. Base de datos Cochrane de Revisiones Sistemáticas, Número 7. Art. N°: CD013031. 2020 DOI: 10.1002/14651858.CD013031.pub2. Consultado el 03 de enero de 2023.
2. Barbieri G, Gargani L, Lepri V, Spinelli S, Romei C, De Liperi A, Chimera D, Pistelli F, Carrozzi L, Corradi F, Ghiadoni L; Pisa COVID-19 Study Group. Long-term lung ultrasound follow-up in patients after COVID-19 pneumonia hospitalization: A prospective comparative study with chest computed tomography. *Eur J Intern Med.* 2022 Dec 8:S0953-6205(22)00431-9. doi: 10.1016/j.ejim.2022.12.002. Epub ahead of print. PMID: 36564240; PMCID: PMC9729593.
3. Donis, José H, Evaluación de la validez y confiabilidad de una prueba diagnóstica *Avances en Biomedicina*, vol. 1, núm. 2, julio-diciembre, 2012, pp. 73-81 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela.
4. Bourcier JE, Paquet J, Seinger M, Gallard E, Redonnet JP, Cheddadi F, Garnier D, Bourgeois JM, Geeraerts T. Performance comparison of lung ultrasound and chest x-ray for the diagnosis of pneumonia in the ED. *Am J Emerg Med.* 2014 Feb;32(2):115-8. doi: 10.1016/j.ajem.2013.10.003. Epub 2013 Oct 9. PMID: 24184011.
5. Deng Q, Cao S, Wang H, Zhang Y, Chen L, Yang Z, Peng Z, Zhou Q. Application of quantitative lung ultrasound instead of CT for monitoring COVID-19 pneumonia in

- pregnant women: a single-center retrospective study. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2021 Mar 26;21(1):259. doi: 10.1186/s12884-021-03728-2. PMID: 33771120; PMCID: PMC7997654.
6. Dra. Arlen Urtecho Álvarez, Correspondencia entre la ecografía de tórax y la radiografía de tórax en la evaluación de patología pulmonar en pacientes atendidos en managua , Nicaragua. En el servicio de Radiología del Hospital Bautista en el período comprendido de enero del 2014 a Diciembre del 2015.
 7. Dr. Anielka Maltez, Correlación entre los hallazgos por ecografía pulmonar y tomografía de tórax de alta resolución pacientes sospechosos de neumonía por COVID-19 atendidos en el servicio de respiratorio del Hospital Escuela Manolo Morales Peralta. Managua - Nicaragua Agosto-noviembre de 2021.
 8. Dr. Wiston Casco, Correlación entre la Ecografía y la Tomografía en la evaluación de Patología Torácica en pacientes atendidos en el servicio de radiología del Hospital Escuela Roberto Calderón Gutiérrez en el periodo comprendido de octubre 2018 a octubre. Managua, Nicaragua. 2019.
 9. Esther Reguero Llorente, Eliseo Arauzo Álvarez. Conceptos básicos en la tomografía computarizada de tórax, 2018, 11 (1): 23-35
 10. Liu XL, Lian R, Tao YK, Gu CD, Zhang GQ. Lung ultrasonography: an effective way to diagnose community-acquired pneumonia. *Emerg Med J*. 2015 Jun;32(6):433-8. doi: 10.1136/emered-2013-203039. Epub 2014 Aug 20. PMID: 25142033.
 11. Lumb, P., Karakitsos, D. . *Ecografía en medicina intensiva*, This edition of *Critical Care Ultrasound*, by P. Lumb and D. Karakitsos, is published by arrangement with Elsevier Inc. 2015
 12. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. *Ann Intensive Care*. Jan 9;4(1):1. 2014 doi: 10.1186/2110-5820-4-1. PMID: 24401163; PMCID: PMC3895677.

13. Lichtenstein D, van Hooland S, Elbers P, Malbrain ML. Ten good reasons to practice ultrasound in critical care. *Anaesthesiol Intensive Ther.* Nov-Dec;46(5):323-35. 2014 doi: 10.5603/AIT.2014.0056. PMID: 25432552.
14. Lichtenstein D. Novel approaches to ultrasonography of the lung and pleural space: where are we now? *Breathe Sheff Engl*; 13: 100– 111, 2017
15. Lichtenstein D. FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock. *Heart Lung Vessel.* 2013;5(3):142-7. PMID: 24364005; PMCID: PMC3848672.
16. Radzina M, Biederer J, Ultrasonografía del pulmón. *Fortschr Röntgenstr*; 191: 909 – 923.2019.
17. Mariano Grilli, Eficacia de una prueba diagnóstica, *olumen 21 - N° 4 - diciembre de 2022.*
18. María Camila Arango-Granados, MD1 Virginia Zarama Córdoba, MDUltrasound for the diagnosis of pulmonary disease in the critically ill patient, 2018.
19. Ziętkiewicz M, Buda N, Więsik-Szewczyk E, Piskunowicz M, Grzegowska D, Jahnz-Różyk K, Zdrojewski Z. Comparison of pulmonary lesions using lung ultrasound and high-resolution computed tomography in adult patients with primary humoral immunodeficiencies. *Front Immunol.* Oct 25;13:1031258. 2022 Doi 10.3389/fimmu.2022.1031258. PMID: 36389742; PMCID: PMC9640693.
20. Zieleskiewicz L, Markarian T, Lopez A, Taguet C, Mohammedi N, Boucekine M, Baumstarck K, Besch G, Mathon G, Duclos G, Bouvet L, Michelet P, Allaouchiche B, Chaumoître K, Di Bisceglie M, Leone M; AZUREA Network. Comparative study of lung ultrasound and chest computed tomography scan in the assessment of severity of confirmed COVID-19 pneumonia. *Intensive Care Med.* 2020 Sep;46(9):1707-1713. doi: 10.1007/s00134-020-06186-0. Epub 2020 Jul 29. PMID: 32728966; PMCID: PMC7388119.

Anexos

Tabla 1. Características de base de los pacientes en estudio.

Tabla 1. Características de base de los pacientes	
Variable	n:50
Edad/Años (Media + DE)	43±22 años
Sexo Femenino	26 (52%)
Comorbilidades:	
Hipertensión arterial	13(26%)
Cardiopatía	10(20%)
EPOC	1(2%)
Inmunológico	1(2%)
Diabetes Mellitus	3(6)
Asma	1(2%)
Hepatopatía	2(4%)
No presenta	20(40%)
Otras	4(8%)
Antecedentes no patológicos	
Tabaquismo	7(14%)
Alcoholismo	4(8%)
Drogas	2(4%)
Exposición Biomasa	1(2%)
No presenta	32 (64%)
Patologías pleuro pulmonares al ingreso	
Neumonía comunitaria	10(20%)
Neumonía aspirativa	7 (14%)
Neumonía hospitalaria	8 (16%)
Derrame pleural	7 (14%)
Neumotórax	2 (4%)
Hemo neumotórax	2 (4%)
Contusión pulmonar	5 (10%)
Atelectasia	2 (4%)
Edema agudo de pulmón	7 (14%)
Soporte vital	
Ventilación mecánica invasiva	18 (36%)
Uso de vasopresores	21 (42%)
Fuente: Expediente clínico.	

Tabla 2. Parámetros de laboratorio.

Tabla 2. Parámetros de laboratorio	
Gasométricos	
Saturación de oxígeno (Media + DE)	97 ± 3.8 %
Presión Parcial de dióxido de carbono (Media + DE)	35 ± 9.8 MmHg
Presión Parcial de oxígeno	97 ± 32.8 MmHg
PaO ₂ /FiO ₂ (Media + DE)	214 ± 175.8 MmHg
Proinflamatorios	
Procalcitonina (Media + DE)	6.1 ± 13.8 ng/dl
Proteína C reactiva (Media + DE)	80 ± 73.8 mg/dl
Celularidad	
Leucocitos (Media +DE)	15,290 ± 8,093 Cel
Neutrófilos (Media + DE)	75 ± 16.1 %
Linfocitos (Media + DE)	18 ± 15.5 %
Fuente: Expediente clínico	

Tabla 3. Hallazgos ecográficos y tomográficos

Hallazgo imagenológicos tomográficos y ecográficos pulmonares	
Tomográficos	Frecuencia (%)
Patrón aumento de atenuación pulmonar:	
Vidrio deslustrado	7 (14%)
Consolidación	24 (48%)
Opacidad lineal y reticular	2 (4%)
Otros hallazgos:	
Derrame pleural	25 (50%)
Neumotórax	7 (14%)
Atelectasias	18 (36%)
Edema agudo de pulmón	7 (14%)
Ecográfico	Frecuencia
Patrón de consolidado:	
Signo tisular	8 (16%)
Signo de trituración	22 (44%)
Broncograma aérea	1 (2%)
Otros hallazgos:	
Atelectasia	10 (20%)
Derrame pleural: Signo de Medusa	18 (36%)
Neumotórax	7 (14%)
Atelectasias	10 (20%)
Edema agudo de pulmón: Líneas B	6 (12%)
Fuente: Expediente clínico	

Tabla 3.1 Asociación de hallazgos tomográficos y ecográfico de derrame pleural

Patrón de consolidación ecográfica	Patrón de aumento de atenuación tomografía			Correlación de Spearman	
	SI	No	Total	P	Coefficiente de correlación
Si	30(90%)	1(6%)	31(62%)	<0.001	.830
No	3(10%)	16(94%)	19(28%)		
Total	33 (100%)	17(100%)	50 (100%)		
Fuente: Expediente clínico					

Tabla 3.2 Asociación de hallazgos tomográficos y ecográficos de derrame pleural.

Derrame pleural ecográfica	Derrame pleural Tomografía			Correlación de Spearman	
	SI	No	Total	P	Coefficiente de correlación
Si	18 (72%)	0	18(36%)	<0.001	.750
No	7(28%)	25(100%)	32(64%)		
Total	25(100%)	25(100%)	50(100%)		
Fuente: Expediente clínico.					

Tabla 3.3 Asociación de hallazgos tomográficos y ecográficos de atelectasia.

Atelectasia ecográfica	Atelectasia Tomografía			Correlación de Spearman	
	SI	No	Total	P	Coefficiente de correlación
Si	8(44.5%)	2(7%)	10(20%)	0.002	.458
No	10(55%)	30(93%)	40(80%)		
Total	18(100%)	32(100%)	50(100%)		
Fuente: Expediente clínico.					

Tabla 3.4 Asociación de los hallazgos tomográficos y ecográficos de neumotórax.

Neumotórax ecográfico	Neumotórax Tomografía			Correlación de Spearman	
	SI	No	Total	P	Coefficiente de correlación
Si	7(100%)	0	7(14%)	<0.001	1.000
No	0	43(100%)	43(86%)		
Total	7(100%)	43(100%)	50(100%)		
Fuente: Expediente clínico.					

Tabla 3.5 Asociación de hallazgos tomográficos y ecográficos de edema de pulmón.

Edema de pulmón ecográfico	Edema de pulmón Tomografía			Correlación de Spearman	
	SI	No	Total	P	Coefficiente de correlación
Si	6(86%)	0	6(12%)	<0.001	.915
No	1(14%)	43(100%)	44(88%)		
Total	7(100%)	43(100%)	50(100%)		
Fuente: Expediente clínico.					

Tabla 4.1 Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de patrones de consolidación.

Patrones consolidativos		Tomografía Patrones de aumento de atenuación		Total	Resultado
		Si	No		
Ecografías Patrones consolidativo	Si	30(60%)	1(2%)	31(62%)	Sensibilidad: 91% Especificidad: 94% VPP: 97% VPN: 84% RVS+: 15.17 RVS-: 0.1
	No	3(6%)	16(32%)	19(38%)	
Total		33(66%)	17(34%)	50(100%)	

Fuente: Expediente clínico

Tabla 4.2. Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de derrame pleural.

Derrame pleural		Tomografía Derrame pleural		Total	Resultado
		Si	No		
Ecografía Derrame pleural	Si	18(36%)	0(0%)	18(36%)	Sensibilidad: 72% Especificidad: 100% VPP: 100% VPN: 78% RVS+: infinito RVS-: 0.28
	No	7(14%)	25(50%)	32(64%)	
Total		25(50%)	25(50%)	50(100%)	

Fuente: Expediente clínico.

Tabla 4.3 Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de neumotórax.

Neumotórax		Tomografía		Total	Resultado
		Neumotórax			
		Si	No		
Ecografía Neumotórax	Si	7(14%)	0(0%)	7(14%)	Sensibilidad:100% Especificidad:100% VPP:100% VPN:100% RVS+: infinita RVS-: 0
	No	0(0%)	43(86%)	43(86%)	
Total		7(14%)	43(86%)	50(100%)	

Fuente: Expediente clínico.

Tabla 4.4 Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de patrones de consolidación.

Atelectasias.		Tomografía		Total	Resultado
		Atelectasias			
		Si	No		
Ecografía Atelectasias	Si	8(16%)	2(4%)	10(20%)	Sensibilidad:44% Especificidad:94% VPP:80% VPN:75% RVS+:7.33 RVS-: 0.6
	No	10(20%)	30(60%)	40(80%)	
Total		18(36%)	32(64%)	50(100%)	

Fuente: Expediente clínica.

Tabla 4.5 Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de Edema pulmonar.

Edema pulmonar		Tomografía		Total	Resultado
		Edema pulmonar			
		Si	No		
Ecografía Edema pulmonar	Si	6(12%)	0 (0%)	6(12%)	Sensibilidad:86% Especificidad:100% VPP:100% VPN:98% RSV+: infinito RSV-: 0.14
	No	1(2%)	43(86%)	44(88%)	
Total		7(14%)	43(86%)	50(100%)	

Fuente: Expediente clínico.

Ultrasonografía Pulmonar COMpleta Diagnostica en UCI (UP-COD)

Zonas de insonación

Hemi-torax Izquierdo – Hemi-torax derecho

- **Tórax anterior:**

Línea media clavicular: Se debe insonar encontrando el primero espacio intercostal (signo de murciélago), bajar a 2do EIC, 3er EIC, 4to EIC, 5to EIC; hasta llegar al reborde costal.

Límite Superior: Borde inferior de Clavícula

Límite Inferior: Reborde costal

- **Tórax lateral:**

Línea axilar anterior, media y posterior: Se debe insonar encontrado el 1er EIC (signo de murciélago), bajar a 2do EIC, 3er EIC, 4to EIC, 5to EIC; hasta llegar al reborde costal.

Límite Superior: Pliegue axilar

Límite Inferior: Reborde Costal

- **Tórax Posterior:**

Línea media escapular bilateral; Se debe insonar encontrado el 1er EIC (signo de murciélago), bajar a 2do EIC, 3er EIC, 4to EIC, 5to EIC; hasta llegar al reborde costal.

Límite Superior: Borde superior de escapula

Límite Inferior: reborde costal

Nota: Se debe seguir el orden orientado, abordando de forma antero-latero-posterior; realizar de la misma manera en ambos hemitorax.

Método:

Posición del paciente:

La posición ideal para la evaluación pulmonar es con el paciente sentado con las manos colocadas detrás de la nuca. Esta posición permite una gran ventana ecográfica, pues cada espacio intercostal tendrá mayor apertura y se evitará la sombra acústica que produce cada costilla. Muchas veces no es posible evaluar al paciente en esta posición, como en el caso de pacientes hospitalizados, ventilados, bajo sedación, en estado de postración o con movilidad restringida, por lo que se opta por la posición decúbito lateral tanto derecho como izquierdo, o decúbito supino con cabecera a 30°; con estricta visualización de regiones posteriores de tórax.

Recomendamos colocar señalización de transductor dirigido a cefálica, colocándolo perpendicular al tórax, realizando movimientos suaves y lentos de cefálica a caudal sobre los puntos de referencia mencionados de forma lineal, con un tiempo de valoración de 15-20 min.