



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
UNIDAD DE POSGRADO

EFFECTIVIDAD DIAGNÓSTICA DE LA ECOGRAFÍA PULMONAR
A PIE DE CAMA EN COVID-19 CON INSUFICIENCIA
RESPIRATORIA AGUDA CLÍNICA INTERNACIONAL 2021

PRESENTADO POR

JESUS ODILON SILVA NATIVIDAD

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PARA OPTAR
EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE
EMERGENCIAS Y DESASTRES

ASESOR

RICARDO AURELIO CARREÑO ESCOBEDO

LIMA – PERÚ

2022



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
UNIDAD DE POSGRADO**

**EFFECTIVIDAD DIAGNÓSTICA DE LA ECOGRAFÍA PULMONAR A
PIE DE CAMA EN COVID-19 CON INSUFICIENCIA RESPIRATORIA
AGUDA CLÍNICA INTERNACIONAL 2021**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PARA OPTAR
EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE
EMERGENCIAS Y DESASTRES**

**PRESENTADO POR
JESUS ODILON SILVA NATIVIDAD**

**ASESOR
DR. RICARDO AURELIO CARREÑO ESCOBEDO**

**LIMA, PERÚ
2022**

ÍNDICE

	Págs.
Portada.....	i
Índice.....	ii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción de la situación problemática.....	3
1.2 Formulación del problema	4
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	5
1.4.1 Importancia.....	5
1.4.2 Viabilidad y factibilidad	6
1.5 Limitaciones.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes	7
2.2 Bases teóricas	14
2.3 Definición de términos básicos.....	17
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	19
3.1 Formulación.....	19
3.2 Variables y su definición operacional	19
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	21
4.1 Diseño metodológico	21
4.2 Diseño muestral	21
4.3 Técnicas de recolección de datos.....	23
4.4 Procesamiento y análisis de datos.....	25
4.5 Aspectos éticos	26
CRONOGRAMA	28
PRESUPUESTO	29
FUENTES DE INFORMACIÓN	30
ANEXOS	
1. Matriz de consistencia.....	
2. Instrumentos de recolección de datos	

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la situación problemática

La insuficiencia respiratoria aguda por COVID-19 se posiciona como una de las entidades más importantes de la medicina moderna, a consecuencia del vertiginoso crecimiento de los casos, tasas elevadas de mortalidad, secuelas a largo plazo y ausencia de un abordaje farmacológico específico (1,2).

Esta se encuentra catalogada como la expresión máxima del compromiso pulmonar en pacientes con neumonía por SARS-CoV-2 (1); por lo tanto, la evaluación correcta de la afectación a nivel de los pulmones es crucial, ya que permitiría la ejecución de un triaje óptimo, manejo clínico adecuado y asignación eficiente de los recursos médicos (3).

Lamentablemente, las características clínicas de este tipo de pacientes aún no están muy claras y la ejecución de exámenes imagenológicos es realmente complicada (4). Un ejemplo claro de ello es el empleo de la tomografía computarizada o de la radiografía de tórax, que además de exponer al paciente a una radiación ionizante, requiere del traslado de este a otras áreas del nosocomio, escenario que representaría un riesgo de propagación y el contagio de otros individuos que utilicen las instalaciones del departamento de diagnóstico por imágenes (3,5).

Así mismo, es necesario precisar que la sensibilidad de la radiografía de tórax es baja y el papel del tomógrafo computarizado aún se encuentra en discusión (3). Por ello, la comunidad científica sugirió la creación de una nueva estrategia diagnóstica que permita detectar la neumonía por COVID-19 con rapidez y seguridad (4). Es así, que la ecografía pulmonar a pie de cama, en base al protocolo Bedside Lung Ultrasound in Emergency (BLUE) surge como una nueva alternativa, ya que sus propiedades diagnósticas superarían a la radiografía de tórax y serían equivalentes al tomógrafo computarizado. En este último la elección estaría sujeta a las ventajas operativas de la prueba, pues la ecografía se particulariza por ser portátil, rauda, por estar libre de radiación, por ser de fácil desinfección y de bajo costo. Además,

esta evaluación integra imágenes en tiempo real, que pueden contribuir *in situ* con la toma de decisiones clínicas, lo que reduce el tiempo diagnóstico y la instauración de un abordaje óptimo (3,5).

En base a ello, la propuesta de la presente investigación es implementar de forma definitiva la ecografía a pie de cama en la Clínica Internacional sede Lima, que en el contexto de la pandemia se ha convertido en la sede de referencia de los pacientes con sospecha o confirmación de COVID-19. Esta entidad privada atendería por semana entre 15 y 20 casos moderados o severos, escenario que no permitiría el traslado al área de imágenes, por el requerimiento de oxígeno y la inestabilidad hemodinámica del paciente, por lo que la opción más viable, menos agresiva y económica fue la ecografía pulmonar a pie de cama.

Sin embargo, la literatura aún presenta grandes vacíos sobre el uso de esta prueba en pacientes con COVID-19 y la evidencia científica reporta discrepancias asociadas a su valor diagnóstico. Por ello, es imprescindible ejecutar una investigación que permita establecer con certeza el valor diagnóstico de la ecografía pulmonar a pie de cama en pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda.

1.2 Formulación del problema

¿Es la ecografía pulmonar a pie de cama efectiva en el diagnóstico de pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda atendidos en el servicio de Emergencia de la Clínica Internacional, 2021?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar la efectividad diagnóstica de la ecografía pulmonar a pie de cama en pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda atendidos en el servicio de Emergencia de la Clínica Internacional, 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

Describir las características clinicoepidemiológicas (edad, sexo, hábitos nocivos, manifestaciones clínicas y comorbilidades) de los pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda atendidos en el servicio de Emergencia de la Clínica Internacional, 2021.

Determinar la sensibilidad de la ecografía pulmonar a pie de cama en pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda.

Determinar la especificidad de la ecografía pulmonar a pie de cama en los pacientes en estudio.

Determinar el valor predictivo positivo de la ecografía pulmonar a pie de cama en los pacientes de interés

Determinar el valor predictivo negativo de la ecografía pulmonar a pie de cama en los pacientes a analizar.

1.4 Justificación

1.4.1 Importancia

La justificación de la presente investigación se cimienta en la determinación del valor diagnóstico de la ecografía pulmonar a pie de cama en pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda, ya que su constitución permitiría protocolizar una herramienta de detección no invasiva y segura, para reducir el riesgo de propagación por traslado del paciente.

Además, esta evaluación técnica podría facilitar el triaje temprano en las salas de emergencia y contribuir *in situ* con la toma de decisiones clínicas, disminuyendo el tiempo de detección e instaurando un abordaje con relación a las necesidades.

Por otro lado, la ejecución de esta pesquisa otorgará a la institución nuevos conocimientos, contrastación de resultados y la materialización de estos en la práctica profesional diaria.

Finalmente, es necesario precisar que la publicación del estudio serviría como fuente preliminar de datos para la creación futura de nuevas investigaciones estructuradas bajo el mismo enfoque temático.

Se basa en la posibilidad implementar en la práctica clínica un método de ayuda diagnóstica imagenológica para los pacientes COVID-19 sean sospechosos o confirmados, reduciendo el riesgo de diseminación del virus y otorgando la posibilidad de identificar la severidad del cuadro clínico, dando la posibilidad de brindar el manejo adecuado de manera oportuna.

1.4.2 Viabilidad y factibilidad

El presente estudio será viable, ya que se contará con acceso a la información de los pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda (IRA) atendidos en la Unidad de Shock Trauma del Servicio de Emergencia de la Clínica Internacional; para lo cual se solicitarán los permisos necesarios a las autoridades correspondientes, anticipadamente.

Así mismo este estudio será factible porque el registro de la información estará asegurado, ya que el llenado de la ficha de recolección estará a cargo investigador. Adicionalmente, el investigador cuenta con los recursos económicos y materiales necesarios, siendo un estudio autofinanciado en su totalidad. Así mismo se contará con un número adecuado de sujetos de investigación, sin existir problemas éticos para la ejecución de la investigación.

1.5 Limitaciones

La principal limitación identificada es la ausencia de estudios relacionados con el tema de estudio a nivel nacional y local, lo que, posteriormente, dificultará la contrastación de resultados, pero, a la vez, generará una oportunidad de ampliar la evidencia aportando a la comunidad científica.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Li L y Yao Y, en 2022, en China, evaluaron el sistema de ultrasonido pulmonar de cabecera en la evaluación de la gravedad y pronóstico de lesión pulmonar aguda, para ello realizaron un estudio prospectivo donde analizaron a 72 pacientes con lesión pulmonar aguda que están en UCI, utilizaron la puntuación de la ecografía pulmonar evaluando los días 1, 2 y 3, luego del ingreso. Encontraron que la puntuación de la ecografía tuvo un incremento de la gravedad de la enfermedad de los 3 días consecutivos ($p < 0.05$), pero la puntuación de la ecografía entre el día 1 al 3 disminuía ($p < 0.05$). Luego, al correlacionar la puntuación de la ecografía pulmonar con el PaO_2/FiO_2 , se identificó relación negativa entre ambos, mientras que se relacionó positivamente con la puntuación APACHE II y SOFA ($p < 0.05$). Concluyeron que la puntuación de la ecografía pulmonar evalúa el cambio del área de ventilación pulmonar en pacientes con lesión pulmonar aguda (6).

Li R et al., en 2021, en China, compararon los resultados de la ecografía pulmonar basada en el protocolo BLUE y de la radiografía de tórax junto a la cama para evaluar el síndrome de dificultad respiratoria por COVID-19, en una investigación observacional, retrospectiva y transversal de 42 pacientes. Los resultados mostraron como principales características a la edad media de 68.1 años, sexo masculino en 57.1%, hipertensión arterial en 71.4%, diabetes *mellitus* tipo 2 en 33.3%, enfermedad cardíaca crónica en 28.6% y a la enfermedad pulmonar crónica en 21.4%. La ecografía pulmonar reportó una sensibilidad, especificidad e índice de Youden de 94.4, 66.7 y 61.1%, respectivamente, siendo significativo para síndrome intersticial alveolar; de 93.8, 60 y 53.8%, siendo significativo para consolidación; y de 94.1, 75 y 69.1%, siendo significativo para sombra irregular. Por otro lado, la radiografía de tórax reportó una sensibilidad, especificidad e índice de Youden de 62.5, 60 y 22.5% no siendo significativo para síndrome intersticial alveolar, de 75, 40 y 15% sin significancia para consolidación y de 52.9, 50 y 2.9% para sombra irregular. Se concluyó que la ecografía pulmonar tuvo una mejor precisión y sensibilidad diagnóstica que la radiografía de tórax (4).

Guven R et al., en 2021, en Turquía, establecieron en un servicio de emergencia la precisión diagnóstica de la ecografía pulmonar de cabecera para la identificación de neumonía por COVID-19, en una investigación observacional, prospectiva y transversal de 84 pacientes. Los resultados mostraron como principales características a la edad media de 53.0 años, principalmente del sexo masculino, con hipertensión arterial, seguido por diabetes mellitus y enfermedad de las arterias coronarias. La ecografía pulmonar en el sitio de atención reportó una sensibilidad de 88.9%, especificidad de 92.3%, razón de verosimilitud positiva de 11.5, razón de verosimilitud negativa de 0.12, valor predictivo positivo de 93% y valor predictivo negativo de 87.8%. Se concluyó que la ecografía pulmonar en el sitio de atención exteriorizó un valor diagnóstico óptimo en comparación de la tomografía computarizada, por ende, debe ser el método de elección para eludir la exposición a la radiación en pacientes con COVID-19 (7).

Ibrahim Z et al., en 2021, en Kuwait, compararon la precisión diagnóstica de la ecografía pulmonar basada en el protocolo BLUE y de la reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa para la detección de signos tempranos de neumonía por COVID-19, en una investigación observacional, prospectiva y transversal de 77 pacientes. Los resultados mostraron como principales características a la edad media de 58 años, sexo masculino, presencia de diabetes mellitus, seguido por hipertensión arterial, y en menor frecuencia insuficiencia renal crónica. La ecografía pulmonar y la reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa reportaron una sensibilidad de 96.9 y 95.4%, especificidad de 91.7 y 100%, valor predictivo positivo de 97.8 y 100%, valor predictivo negativo de 84.62 y 80%, y razón de verosimilitud negativa de 0.03 y 0.05%. Se concluyó que la ecografía pulmonar fue una buena alternativa para la identificación de signos tempranos de neumonía por COVID-19 (8).

Xian J et al., en 2021, en China, exploraron el valor clínico de la ecografía a lado de la cama en identificación de pacientes con riesgo de progresión a COVID-19 grave, para ello realizaron un estudio retrospectivo donde analizaron a 31 pacientes con COVID-19. Encontraron que en el 90.3% de los pacientes tuvieron 3 líneas B, de los cuales en el 41.9% presentaban líneas B coalescentes, luego en el 25.8% de los pacientes se observó consolidación pulmonar con signo de escombros más

broncograma aéreo, el engrosamiento pleural se identificó en 16.1% casos, y neumotórax en 3.2% pacientes. La puntuación ecográfica pulmonar, el índice de oxigenación y el conteo de linfocitos fueron predictivos de progresión de pacientes COVID a grave-critico. El punto de corte de 9.5 tuvo una sensibilidad de 81.3% y especificidad de 93% para predecir progresión de la enfermedad, la predicción de progresión a tipo grave fue de 80%, mientras que la precisión general del puntaje para predicción de progresión a tipo grave fue de 75%. Concluyeron que las ecográficas pulmonares tienen valor clínico en la evaluación de los pacientes COVID-19 (9).

Meza C, en 2021, en México, evaluó la correlación entre los hallazgos identificados mediante ultrasonográfico pulmonar de cabecera con la tomográfica de tórax en pacientes sospechosos de neumonía COVID-19, para ello realizó un estudio prospectivo, transversal y doble ciego, donde utilizaron el Sistema de Puntuación Aireación pulmonar qLUSS y Score de Severidad Tomográfica. Encontró que la afectación pulmonar unilateral y bilateral por ultrasonido y tomografía fue casi similar, 15+-7.8 y 12+-7.9 respectivamente. Se halló correlación entre los grados de severidad de ambas pruebas ($p < 0.0001$), así como asociación entre los hallazgos encontrados por cada examen imagenológico ($p < 0.001$). Y el área bajo la curva para detección de neumonía severa fue de 11.5 con sensibilidad de 92.5% y especificidad de 71% para el qLUSS. Concluyó que existió correlación entre la ultrasonografía pulmonar y la tomografía de tórax (10).

Moller H et al., en 2020, en Dinamarca, investigaron si la ecografía pulmonar a pie de cama puede evaluar cambios pulmonares y progresión de la enfermedad en pacientes COVID-19 grave hospitalizados en UCI, por lo cual incluyeron a 10 pacientes que se encontraban en UCI con ventilador mecánico. Encontraron que la puntuación de la ecografía pulmonar a pie de cama se correlaciona con el PCR ($p < 0.03$), los pacientes con puntuaciones más bajas podían desconectarse de la ventilación mecánica, la aparición de deslizamiento pulmonar en más de dos zonas como la regresión de consolidaciones subpleurales fueron signos de mejoría. Concluyeron que la ecografía pulmonar a pie de cama puede utilizarse como evaluación primaria para reducir el uso de los Rayos X (11).

Karagöz A et al., en 2020, en Turquía, establecieron la precisión diagnóstica de la ecografía pulmonar de cabecera basada en el protocolo BLUE para identificar la neumonía por COVID-19 y clasificar de forma óptima a los pacientes sospechosos en el servicio de urgencias, en una investigación de cohorte prospectiva y transversal de 72 pacientes. Los resultados mostraron como principales características a la edad media de 51 años, siendo más frecuente el sexo masculino, con hipertensión arterial como principal comorbilidad y con enfermedad de las arterias coronarias como la menos frecuente. La ecografía pulmonar de cabecera en comparación de la tomografía de tórax reportó un área bajo la curva de ROC de 0.946 ($p < 0.001$), sensibilidad de 96.9%, especificidad de 92.3%, cociente de posibilidad positivo de 12.6, cociente de posibilidad negativo de 0.03, valor predictivo positivo de 84.3%, valor predictivo negativo de 98.6% y exactitud de 93.7%. Se concluyó que la ecografía pulmonar de cabecera fue precisa en la detección de neumonía por COVID-19 y en la clasificación de los pacientes sospechosos del servicio de urgencias (5).

Narinx N et al., en 2020, en Bélgica, compararon el valor diagnóstico de la ecografía pulmonar basada en el protocolo BLUE y de la tomografía computarizada para la clasificación del COVID-19 en las salas de emergencia, en una investigación observacional, retrospectiva y transversal de 93 pacientes. Los resultados mostraron como principales características a la edad media de 50.4 +/- 16.3 años y al sexo masculino en casi la mitad de los participantes. La ecografía pulmonar y la tomografía computarizada reportaron una sensibilidad de 93.3 y 80%, especificidad de 21.3 y 86.7%, valor predictivo positivo de 19.2 y 54.5%, valor predictivo negativo de 94.1 y 95.6%, y exactitud de 33.3 y 85.6%, respectivamente, con un acuerdo diagnóstico de 43.3% entre ambas pruebas ($p: 0.08$). Se concluyó que la ecografía pulmonar proporcionó una clasificación temprana del COVID-19 en las salas de emergencia, sin embargo, la especificidad limitada obliga a la confirmación diagnóstica mediante la tomografía de tórax (12).

Lieveld A et al., en 2020, en Países Bajos, compararon la precisión diagnóstica de la ecografía pulmonar basada en el protocolo BLUE y de la tomografía computarizada para la detección de neumonía por COVID-19, en una investigación observacional, prospectiva y transversal de 87 pacientes. Los resultados mostraron

como principales características a la edad media de 63.7 +/- 15.7 años, sexo masculino en más de la mitad de la población, con enfermedad cardiovascular crónica como principal comorbilidad y enfermedad pulmonar obstructiva crónica como la menos frecuente. La ecografía pulmonar y tomografía computarizada reportaron un área bajo la curva de ROC de 0.81 y 0.89, sensibilidad de 91.9 y 88.4%, especificidad de 71 y 82%, y razón de verosimilitud de 0.1 y 0.14. Se concluyó que la ecografía pulmonar y la tomografía computarizada tuvieron precisiones diagnósticas comparables para la neumonía por COVID-19 (3).

Bar S et al., en 2020, en Francia, establecieron el valor diagnóstico de un modelo predictivo basado en la ecografía pulmonar según el protocolo BLUE y en las características clínicas, para la clasificación de pacientes con sospecha de infección por COVID-19 ingresados a las salas de emergencia, en una investigación observacional, prospectiva y transversal de 100 pacientes. Los resultados mostraron como principales características a la edad media de 67.7 años, predominando el sexo femenino, así como la hipertensión arterial y la dislipidemia. El modelo predictivo propuesto evidenció un área bajo la curva de ROC de 0.82, sensibilidad de 97%, especificidad de 62%, valor predictivo positivo de 54% y valor predictivo negativo de 98%. Se concluyó que el modelo basado en la ecografía pulmonar y las características clínicas puede facilitar la clasificación de pacientes con sospecha de infección por COVID-19 en la sala de emergencia (13).

Ji L et al., en 2020 en China, investigaron el valor pronóstico de la puntuación de la ecografía pulmonar a lado de la cama en pacientes COVID-19, para lo cual realizaron un estudio observacional y prospectivo, donde incluyeron 280 pacientes con COVID-19. Identificaron que el 54.6% de los pacientes tuvieron baja puntuación de la ecografía pulmonar, el 25% puntuación moderada y el 20.4% puntuación alta. Los pacientes que obtuvieron puntuaciones altas eran ancianos, tenían mayor cantidad de comorbilidades, y fueron quienes principalmente recibieron terapia de ventilación mecánica e ingresaron a UCI ($p < 0.001$, respectivamente). Las anomalías comunes identificadas por la ecografía pulmonar a lado de la cama fueron las formas de líneas B (75%), así como anomalías de línea pleural (46.5%) y consolidación pulmonar (16.4%). Los pacientes con puntuaciones altas presentaron más eventos adversos ($p < 0.001$). Se concluyó que la sensibilidad de

la puntuación de la ecografía pulmonar a lado de la cama fue de 91.9%, mientras que su especificidad fue de 90.5% (14).

Ramos C et al., en 2020, en España, analizaron si la ecografía torácica puede predecir el requerimiento de cuidados intensivos, o soporte ventilatorio, mediante clasificación ecográfica, para ello realizaron un estudio de cohorte prospectivo donde analizaron a 44 pacientes COVID-19. Identificaron que en 35 pacientes se realizó la exploración completa en sedestación, siendo el signo ecográfico más frente el incremento patológico de la línea B, con más de 2 líneas B en espacio intercostal, el 59.1% tuvieron artefactos hipoeoicos que borraban línea pleural, el 29.5% tuvieron derrame pleural y el 25% tuvieron engrosamiento pleural. El protocolo ecográfico cuyo punto de corte fue de 15.5 tuvo una sensibilidad de 88.9, y especificidad de 69.2, mientras que para el punto de corte de 13.5 tuvo una sensibilidad de 100% y especificidad de 61.5%. Concluyeron que la utilización de escalas para evaluar la afección pulmonar mediante ecografía torácica es de utilidad para estratificar riesgo en pacientes COVID-19 hospitalizados (15).

House D et al., en 2020, en Nepal, evaluaron el impacto de la ecografía pulmonar a pie de cama en la toma de decisiones clínicas en pacientes con disnea en un servicio de urgencias. La metodología fue transversal y prospectivo, donde 22 médicos participaron y realizaron 280 ecografías. Encontraron que el diagnóstico previo a la ecografía cambió luego de los hallazgos encontrados en el 44.3% de los casos, se realizaron cambios de manejo en base a los hallazgos ecográficos en el 53.6% de los casos. Concluyeron que la ecografía pulmonar a lado de la cama tuvo impacto en las tomas de decisiones clínicas médicas (16).

Bekgoz B et al., en 2019, en Turquía, evaluaron el rendimiento del protocolo BLUE en pacientes de urgencias con disnea aguda, en una investigación observacional, prospectiva y transversal de 383 pacientes. Los resultados mostraron como principales características a la edad media de 65.5 años, al sexo masculino en el 52.2%, y comorbilidades como hipertensión arterial, asma, enfermedad de las arterias coronarias, diabetes mellitus y malignidad pulmonar en menos del 20%. El protocolo BLUE evidenció una sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de 82, 98, 96 y 94% para el diagnóstico de neumonía;

de 87, 97, 91 y 95% para el diagnóstico de edema pulmonar cardiogénico, de 96, 75, 61 y 98% para el EPOC/asma, de 85, 100, 100 y 99% para el neumotórax y de 46.2, 100, 100 y 98% para el embolismo pulmonar. Se concluyó que el protocolo BLUE se puede emplear con confianza en pacientes con disnea aguda (17).

Rodríguez J et al., en 2019, en Brasil, evaluaron la concordancia entre médicos en el uso de la ecografía pulmonar de cabecera en la identificación de líneas B pulmonares, para lo cual realizaron un estudio transversal y observacional donde analizaron a 67 pacientes con algún deterioro ventilatorio a quienes se les evaluó la zona torácica anterior (derecha (Z1R) e izquierda (Z1L)) y lateral (derecha (Z2R) e izquierda (Z2L)). Encontraron que en el 80% de las áreas evaluadas encontraron concordancia de manera moderada con valores Kappa entre 0.41 y 0.79, existiendo mayores niveles de concordancia en las zonas superiores entre los médicos intensivistas. Concluyeron que la utilización y reproductividad de la ecografía a pie de cama es una buena modalidad diagnóstica (18).

Patel C et al., en 2018, en la India, determinaron la precisión del protocolo de ultrasonido pulmonar de cabecera en emergencia (BLUE) para diagnóstico de pacientes con dificultad respiratoria. La metodología fue observacional donde se evaluaron a 50 pacientes. Encontraron que el perfil A, es decir la línea A predominante con deslizamiento pulmonar, tuvo una sensibilidad de 85.17% y sensibilidad de 88.88% para indicar EPOC/asma, mientras que el perfil B, tuvo una sensibilidad de 92.30% y especificidad de 100% para indicar edema pulmonar, mientras que el perfil A/B tuvo una sensibilidad de 94.11% y especificidad de 93.93% para síndrome alveolar postero latera y pleural que indicaron neumonía, y el perfil A más trombosis venoso tuvo sensibilidad y especificidad de 100% respectivamente para embolismo pulmonar, y el perfil A sin desplazamiento pulmonar tuvo sensibilidad y especificidad de 100% respectivamente para neumotórax. Concluyeron que el protocolo BLUE fue exitosos en el 90.31% de los casos, ayudando a realizar el diagnóstico y reduciendo tiempos y costos (19).

Papanagnou D et al., en 2017, en Pensilvania, examinaron el impacto del protocolo de la ecografía junto a la cama en pacientes con disnea, para ello realizaron un estudio prospectivo observacional donde participaron 115 pacientes con disnea.

Encontraron que el principal diagnóstico clínico fue la insuficiencia cardiaca congestiva, seguido por EPOC y asma, mientras que el diagnóstico ecográfico principalmente fue la insuficiencia cardiaca congestiva pero el EPOC se volvió menos frecuente, de esta manera el diagnóstico clínico luego de la ecografía coincidió con el diagnóstico final el 63% de veces. La ecografía redujo el diagnóstico diferencial en el 78% de los casos, al completar el protocolo los diagnósticos diferenciales fueron reducidos de manera significativa ($p < 0.001$). La concordancia de los diagnósticos médicos antes y después de la ecografía con el diagnóstico final fue moderado (Kappa 0.47). Concluyeron que la ecografía a pie de cama no mejoró la precisión diagnóstica (20).

Se ejecutó una búsqueda exhaustiva en la evidencia nacional de los últimos 5 años, sin embargo, no se hallaron investigaciones estructuradas bajo el mismo enfoque temático.

2.2 Bases teóricas

La neumonía por COVID-19 está definida como una patología pulmonar virulenta de alta transmisibilidad, particularizada por la infección de las células alveolares y endoteliales post unión entre el virus (SARS-CoV-2) y el receptor de la enzima convertidora de angiotensina II (21).

Esta enfermedad, usualmente, se asocia a la definición de Berlín, que describe al síndrome de dificultad respiratoria aguda como aquel cuadro clínico de menos de una semana, que excluye a la falla cardiaca o sobrecarga de fluidos y que presenta infiltrados bilaterales más perturbación de oxígeno. Este último permitiría categorizar al síndrome en leve, cuando los valores de PaO_2/FIO_2 son superiores a 200 y menores o iguales a 300, con PEEP o CPAP mayor o igual a 5 cmH₂O, en moderada, cuando los valores de PaO_2/FIO_2 son superiores a 100 y menores o iguales a 200, con PEEP mayor o igual a 5 cmH₂O, y en grave, cuando los valores de PaO_2/FIO_2 son menores o iguales a 100, con PEEP mayor o igual a 5 cmH₂O (22,23).

Sin embargo, este tipo de neumonía se distingue por la presencia de hipoxemia grave, frecuentemente asociada a una distensibilidad respiratoria casi normal, no

evidenciada en el síndrome de dificultad respiratoria grave tradicional. Así mismo, es necesario precisar que los pacientes con neumonía por COVID-19 presentan una falta de uniformidad notable, ya que se puede exteriorizar respiración normal o disneica, sensibilidad al óxido nítrico o no, hipocapnia o normocapnia y respuesta a la posición en decúbito prono o no (22).

Por otro lado, su clasificación se puede realizar en base a la gravedad y a los fenotipos. La primera se divide en neumonía severa y no severa, diferenciada por la presencia o ausencia de criterios clínicos de severidad como la fiebre, frecuencia respiratoria superior a 30 por minuto, distrés respiratorio severo y saturación de oxígeno inferior a 90 (24); mientras que la segunda se divide en neumonía tipo L y H, que implica a la elastancia baja y alta, peso pulmonar menor y mayor, relación ventilación - perfusión disminuida y aumentada, y a la baja y alta capacidad de reclutamiento pulmonar (22).

En cuanto a su evolución, los pacientes con neumonía tipo L pueden permanecer inmutables durante un espacio de tiempo, para posteriormente recuperarse o agravar su cuadro. La particularidad que determina dicho desarrollo, además de la severidad es la profundidad de la presión intratorácica negativa relacionada con el incremento del volumen corriente en la respiración espontánea, ya que ambos son responsables de la emersión de un edema pulmonar intersticial, reconocido recientemente como la causa principal de detrimentos pulmonares autoinfligidos por los pacientes (22).

Con el tiempo, el incremento del edema acrecentará el peso del pulmón, la presión superpuesta y la atelectasia dependiente. Una vez que el edema alcance una magnitud significativa, el volumen de gas en los pulmones y los volúmenes corrientes decrecerán, provocando la aparición de disnea y la severidad de los detrimentos pulmonares autoinfligidos por el paciente (22).

Además, es necesario precisar que la transición de estos fenotipos pueden ser el resultado de la evolución de la neumonía por COVID-19 o de los detrimentos atribuidos a la ventilación con elevado estrés (22), usualmente reflejados en la presencia de fiebre, tos no productiva, disnea y un nivel de saturación de oxígeno

inferior o igual a 90%, sin mejoría ante la colocación de una cánula nasal de alto flujo (25).

Entre ellos la hipoxia se posiciona como una de las manifestaciones clínicas más frecuentes; sin embargo, también se puede evidenciar hipoxemia silenciosa, que no es más que la presencia de niveles extremadamente bajos de saturación de oxígeno, con respiración normal (25).

El diagnóstico generalmente es imagenológico y la tomografía computarizada se posiciona como el Gold estándar, por su alta sensibilidad y precisión en patologías torácicas. Esta se particulariza por emplear equipos multidetectores, que proporcionan un examen volumétrico de toda el área en pocos segundos, con cortes inferiores a 1 mm, adquisición de una serie de planos de resolución isotrópica e imágenes en 3 dimensiones (26).

Sus hallazgos dependen del patrón de la enfermedad. Un patrón típico o clásico es 100% confiable e incluye entre sus hallazgos al lóbulo inferior con opacidad en vidrio esmerilado y en presencia o ausencia de engrosamiento intersticial reticular, halo inverso o consolidaciones de periféricos; mientras que un patrón probable exterioriza un nivel de confianza de 71 a 99% y presenta entre sus hallazgos a la consolidación periférica, con patología broncocéntrica, menos opacidades en vidrio esmerilado y halo inverso. Por otro lado, se tiene al patrón indeterminado, que exterioriza un nivel de confianza menor a 70% y que evidencia entre sus hallazgos a un patrón de imagen típica o probable, que no encaja en ninguna de las pautas mencionadas. Finalmente, se tiene al patrón atípico, con un nivel de confianza de 70% para diagnósticos alternativos (27).

A pesar de su valor diagnóstico, su ejecución durante la COVID-19 aún genera discrepancias, ya que además de exponer al paciente a radiaciones ionizantes, precisa del traslado de este, incrementando el riesgo de propagación o contagio (5).

Otra alternativa imagenológica es la ecografía pulmonar a pie de cama, que durante la pandemia se ha posicionado como una de las posibilidades diagnósticas de la

neumonía por COVID-19, ya que además de ser económica y sencilla, es portátil, de fácil desinfección y libre de radiación, particularidades que la sobrepondrían a la tomografía computarizada (3,28).

Su técnica se cimienta en un conjunto de protocolos, entre los cuales destaca el protocolo BLUE, que consiste en la colocación de 2 manos una a lado de la otra, sin los pulgares sobre el tórax anterior, con las muñecas sobre la línea axilar anterior y el meñique superior reposando a lo largo de la clavícula. Este método permitirá definir a tres puntos, el anterior superior, correspondiente a los dedos medio y anular de la mano superior en el lóbulo superior, el punto anterior inferior correspondiente a la mitad de la palma de la mano inferior en el lóbulo medio o lingular y el punto posterolateral que se halla detrás de la línea axilar posterior y sobre el lóbulo anterior (28).

Además, este examen imagenológico puede utilizar sondas lineales, *phased-array*, convexas y micro convexas, cuyas señales ecográficas no se transmitirían a través de los pulmones con aireación normal, observándose solo la línea pleural. Por ello, las líneas A y B están determinadas por el nivel de aireación, configurándose como normal cuando la línea A sobrepasa a la línea pleural, como aireación disminuida en forma moderada cuando las líneas B son verticales, múltiples y están bien separadas, como aireación disminuida en forma grave cuando las líneas B son coalescentes, como pérdida total de la aireación cuando hay consolidación pulmonar y como pulmón blanco cuando no se visualizan líneas A o B (28).

Finalmente, es necesario mencionar los hallazgos característicos de la afectación pulmonar por COVID-19, que incluyen al engrosamiento e irregularidad de la línea pleural, a múltiples patrones de las líneas B, a consolidaciones con broncogramas aéreos móviles ocasionales y en menor asiduidad a los derrames pleurales (28).

2.3 Definición de términos básicos

COVID-19: Enfermedad suscitada por el nuevo coronavirus, denominado SARS-CoV-2 (29).

Insuficiencia respiratoria aguda: Incapacidad del aparato respiratorio para preservar el intercambio gaseoso óptimo (30).

Neumonía por COVID-19: Patología pulmonar virulenta de alta transmisibilidad, suscitada por el SARS-CoV-2 (21).

Tomografía computarizada: Técnica de exploración radiológica que permite la adquisición de un corte o plano específico del organismo (31).

Ecografía pulmonar a pie de cama: Herramienta diagnóstica sencilla, portátil, económica y libre de radiación, que a través de ondas sonoras de alta frecuencia genera imágenes pulmonares (3,28).

Sondas ecográficas: Dispositivo que genera ondas, para formar ecos y suscitar imágenes (32).

Valor diagnóstico: Capacidad de una prueba para revisar o respaldar un diagnóstico (33).

Efectividad diagnóstica: Capacidad de una prueba diagnóstica para lograr el efecto que se espera o se desea (34).

Sensibilidad: Capacidad de la prueba para detectar la enfermedad en sujetos enfermos (35).

Especificidad: Es la probabilidad de determinar correctamente la ausencia de una condición (35).

Valor predictivo positivo: Corresponde a la probabilidad condicional de que el paciente tenga la enfermedad, dado que la prueba resultó positiva (36).

Valor predictivo negativo: Corresponde a la probabilidad condicional de que el paciente no tenga la enfermedad, dado que la prueba diagnóstica resultó negativa (36).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Formulación

Ha: La ecografía pulmonar a pie de cama es efectiva en el diagnóstico de pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda atendidos en el servicio de emergencia de la Clínica Internacional, 2021.

H0: La ecografía pulmonar a pie de cama no es efectiva en el diagnóstico de pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda atendidos en el servicio de emergencia de la Clínica Internacional, 2021.

3.2 Variables y su definición operacional

Variable 1: Ecografía pulmonar a pie de cama

Variable 2: Tomografía computarizada torácica

Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicador	Tipo por su naturaleza	Escala de medición	Categorías y valores	Medio de verificación
Efectividad diagnóstica de la ecografía pulmonar a pie de cama	Medición de la capacidad que tiene la ecografía pulmonar a pie de cama para el logro del diagnóstico de COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda mediante la aplicación del protocolo BLUE	Efectividad	Porcentaje	Cuantitativo	Razón	Porcentaje	Ficha de recolección
		Sensibilidad	Porcentaje	Cuantitativo	Razón	Porcentaje	
		Valor predictivo positivo	Porcentaje	Cuantitativo	Razón	Porcentaje	
		Valor predictivo negativo	Porcentaje	Cuantitativo	Razón	Porcentaje	
Características clínico-epidemiológicas	Particularidades propias del paciente COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda (IRA).	Sexo	Genero	Cualitativo	Nominal	Masculino Femenino	Ficha de recolección
		Edad	Años vividos	Cuantitativo	Razón	Años	
		Manifestaciones clínicas	Signos y síntomas	Cualitativo	Nominal	Fiebre Tos Cefalea Disnea Otro	
		Comorbilidades	Patologías sobreañadidas	Cualitativo	Nominal	Ninguno Diabetes mellitus Hipertensión arterial Obesidad Neoplasia	

						Otro	
--	--	--	--	--	--	------	--

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 Diseño metodológico

Tipo de investigación

No experimental, pues el investigador no manipulará de manera deliberada las variables en estudio (37).

Diseño de investigación

Observacional de pruebas diagnósticas, analítica, prospectiva y transversal

Según la intervención del investigador será observacional de pruebas diagnósticas, pues el investigador no tiene control de la prueba diagnóstica de estudio limitándose en su medición y análisis (38).

Según el alcance será analítica, ya que el investigador pretenderá demostrar una asociación entre las variables (37).

Según el momento de recolección de datos será prospectivo, debido a que los datos serán obtenidos durante la ejecución de la investigación (38).

Según el número de medición de las variables será transversal, pues los datos de cada sujeto representan un momento determinado del tiempo (38).

4.2 Diseño muestral

Población universo

Pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda (IRA).

Población de estudio

Todos los pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda (IRA) atendidos en la Unidad de Shock Trauma del Servicio de Emergencia de la Clínica Internacional en el periodo de agosto a diciembre de 2021.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

Pacientes mayores de 18 años

De ambos sexos

Pacientes de la Clínica Internacional

Los atendidos en Shock Trauma del Servicio de Emergencia

Pacientes atendidos en el periodo de agosto a diciembre de 2021

Con infección por SARS-CoV-2, que tengan prueba rápida y/o molecular positiva.

Pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, definida por:

Frecuencia respiratoria (FR) mayor o igual a 25 rpm

PaO₂ menor o igual a 60mmHg

Saturación a aire ambiental menor o igual a 90%

PCO₂ mayor o igual a 45mmHg

pH menor o igual a 7.35

Pacientes a quienes se les realice ecografía pulmonar a pie de cama y tomografía computarizada torácica.

Los que acepten participar del estudio y firmen un consentimiento informado.

Criterios de exclusión

Pacientes referidos a otras instituciones de salud

Los que requirieron intubación al inicio del cuadro

Pacientes con múltiples diagnósticos o diagnósticos poco frecuentes, de acuerdo con el protocolo BLUE original.

Muestra

Considerando la accesibilidad de la población, se considerarán a todas las unidades que la conforman, es decir a los 50 pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria atendidos en la Unidad de Shock Trauma del Servicio de Emergencia de la Clínica Internacional en el periodo de estudio correspondiente.

Tipo y técnica de muestreo

Considerando que se tomará en cuenta a toda la población de estudio el muestreo será no probabilístico y la técnica será censal.

4.3 Técnicas de recolección de datos

Técnica

La técnica será la observación y la documentación, ya que las fuentes a las que se acudirá serán las secundarias (historias clínicas, reportes ecográficos y tomográficos); así también se realizará una entrevista o evaluación clínica.

Instrumento

El instrumento será una ficha de recolección de datos (ver Anexo 2), la cual será elaborada en base a los objetivos de la investigación y la operacionalización de las variables de interés. Cabe señalar que antes de realizar la recolección se solicitará la firma de un consentimiento informado a cada paciente (ver Anexo 3).

El instrumento tendrá las siguientes secciones:

- I. Datos clínico-epidemiológicos, incluirá información sobre la edad, sexo, procedencia, hábitos nocivos, manifestaciones clínicas y comorbilidades.
- II. Ecografía pulmonar a pie de cama, Positivo/negativo.
Bedside Lung Ultrasound in Emergency [BLUE] o simplemente protocolo BLUE), el cual se empleará para identificar la presencia de neumonía por COVID en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda.
- III. Tomografía computarizada torácica (positivo o negativo).

Procedimiento

Se presentará el proyecto de investigación a la Universidad de San Martín de Porres para la aprobación del estudio (Ver Anexo 4). Así mismo, se tramitará la autorización dirigida al director de la Clínica Internacional para tener acceso a los pacientes COVID-19 positivo del servicio de emergencia (ver anexo 5).

Con los permisos necesarios, se socializará el protocolo de estudio con el jefe de personal del Servicio de Emergencia de la institución sanitaria, principalmente con los encargados del diagnóstico por imágenes, con el objetivo de tener contacto con los pacientes con infección por SARS-CoV-2; y finalmente con el personal autorizado para brindar acceso a los resultados imagenológicos de la ecografía pulmonar a pie de cama y tomografía computarizada de tórax. Se emplearán las medidas de bioseguridad necesarias para evitar el contagio y propagación de

COVID-19, tales como: lavado de manos, uso de mascarilla y distanciamiento mayor a 2 metros.

A los pacientes que cumplan con los criterios de selección anteriormente mencionados, se les explicará sobre los objetivos y resultados que se esperan obtener de este estudio, para que posteriormente por voluntad propia acepten participar, para lo cual se les entregará un consentimiento informado que deberá ser firmado como evidencia de su participación libre.

Posteriormente, un médico de emergencia que haya tenido entrenamiento teórico y práctico realizará la ecografía pulmonar a pie de cama con el equipo de protección adecuado, que incluye el uso de mascarillas KN95 FFP2, de trajes de protección completos, así como de protectores faciales que eviten el contagio de COVID-19. Esta evaluación se deberá ejecutar dentro de los 30 minutos posteriores al ingreso y antes de la tomografía de tórax. El médico recabará los hallazgos sin informar los resultados a los colegas de triaje, para eludir cualquier morbilidad potencial por el uso de un examen malinterpretado.

La ecografía pulmonar a pie de cama se realizará con el paciente semisentado o en decúbito supino, para explorar de manera continua todos los espacios intercostales. Por ello, se requiere la exploración de 6 puntos torácicos específicos: 4 puntos de localización ventral (2 en cada hemitórax) y 2 a los costados del paciente (1 en cada costado). Cada área se examinará durante al menos un ciclo respiratorio completo.

De esta manera, se pesquisarán diferentes patrones ecográficos pulmonares que pueden ser: patrón A, patrón A', patrón B, patrón B', patrón AB y patrón C, para identificar la presencia de neumonía.

En el protocolo BLUE el patrón típico de aireación se denomina patrón A, en este la línea pleural aparece con deslizamiento conservado, presentando líneas A y 1 o 2 líneas B bien espaciadas. El patrón A' sería un perfil A con deslizamiento pulmonar y sin punto pulmonar, el patrón B presentaría dos líneas B espaciadas o difusas en las distintas áreas del tórax, el patrón B' presentaría líneas B confluentes

separadas entre ellas por ≤ 3 mm (ground-glass rockets), el patrón A / B tendría líneas B en un lado y líneas A en el otro y el patrón C representaría a las consolidaciones alveolares anteriores.

Adicionalmente, se registrará la presencia de deslizamiento pulmonar, consolidación alveolar o derrame pleural.

Una vez concluida la prueba y el registro de los hallazgos se puede proceder con la tomografía computarizada de tórax, que será realizada por radiólogos cardiorácicos, con el objeto de describir el patrón predominante, localización, lateralidad, afectación por lóbulo, presencia de derrames pleurales, signo de halo inverso y atelectasia, para finalmente proporcionar los resultados a los médicos de triaje.

En esta etapa, el investigador recabará dichos hallazgos para ser comparados con los registros de la ecografía pulmonar a pie de cama proporcionados por el médico de emergencia.

4.4 Procesamiento y análisis de datos

Se creará una base de datos en el programa SPSS 25, la cual pasará por un control de calidad de datos, para luego realizar el siguiente análisis:

Análisis descriptivo: Se calcularán frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas, mientras que medidas de tendencia central y dispersión para las cuantitativas.

Para determinar la efectividad diagnóstica, se calcularán los estadígrafos de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo. A continuación, se presenta la tabla de 2x2 para el cálculo de las variables mencionadas:

Tabla 1. Cálculo de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo

Ecografía pulmonar a pie de cama	Diagnóstico de neumonía por COVID en pacientes con IRA	
	Positivo	Negativo
Positivo	A	B
Negativo	C	D
Total	A + C	B + D

Sensibilidad: $a / (a + c)$

Especificidad: $d / (b + d)$

Valor Predictivo Positivo: $a / (a + b)$

Valor Predictivo Negativo: $d / (c + d)$

Por lo tanto, para determinar la efectividad diagnóstica se considerará los valores más altos de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo, donde valores superiores a 0.7, expresado en porcentaje, serán considerados altos. Además, para reforzar estos resultados se calcularán el Índice de Youden: Prueba estadística para medir el rendimiento de una prueba diagnóstica en forma dicotómica; y el Índice de Kappa: Medida estadística que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada para elementos cualitativos (variables categóricas).

Los resultados serán presentados en tablas simples y tablas de doble entrada, además de gráficos elaborados en Microsoft Excel 2019.

4.5 Aspectos éticos

Se tomarán en consideración la Declaración de Helsinki, propuesta de principios éticos de investigación en seres humanos (39), cuyo principal principio es velar por el bienestar, derecho y salud del paciente, considerando que finalidad de la investigación es mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas para que sean seguras, eficaces y efectivas, tal como se pretende en la presente investigación.

Así mismo, cabe precisar que el riesgo, costo y beneficio también estarán considerados en esta investigación, ya que el riesgo para los participantes serán mínimas en comparación con su beneficio, ello debido a que los participantes serán evaluados por tomografía axial computarizada (TAC), lo cual generará que estén expuestos a radiación, el que es considerado como de bajo riesgo de por vida para presencia de cáncer fatal (40), con el propósito de llegar al diagnóstico de COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda al ser comparada con la ecografía pulmonar a pie de cama.

Por otro lado, se solicitará autorización al Comité de Ética y de Investigación de la Universidad de San Martín de Porres, tal como se menciona en la declaración, con el propósito de hacer cumplir las normas internacionales vigentes (39). Así mismo, se solicitará la aceptación de participación a los pacientes que sean capaces de dar su consentimiento, evidenciado mediante la firma de un consentimiento informado (ver anexo).

PRESUPUESTO

	Costos	Costo total
Personal		1400
Analista estadístico	500	
Digitador	200	
Recolector de información	200	
Secretaria	500	
Servicios		900
Internet	100	
Telefonía	200	
Movilidad	200	
Autorización de la clínica	200	
Suministros, insumos		2300
USB	50	
Otros	100	100
Total		4700.00

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Vera O. Síndrome de distrés respiratorio agudo y COVID-19. *Rev Med La Paz*. 2021; 27(1): 60-69.
2. Serra M. Infección respiratoria aguda por COVID-19: una amenaza evidente. *Rev haban cienc méd*. 2020; 19(1): 1-5.
3. Lieveid A, Kok B, Schuit F, Azijli K, Heijmans J, Van Laarhoven A, et al. Diagnosing COVID-19 pneumonia in a pandemic setting: Lung Ultrasound versus CT (LUVCT) – a multicentre, prospective, observational study. *ERJ Open Res*. 2020;(6): 1-8. DOI: 10.1183/23120541.00539-2020.
4. Li R, Liu H, Qi H, Yuan Y, Zou X, Huang H, et al. Lung ultrasound assessment of acute respiratory distress syndrome caused by coronavirus disease 2019: An observational study. *Hong Kong Journal of Emergency Medicine*. 2021; 28(1): 8-14. DOI: 10.1177/1024907920969326.
5. Karagöz A, Sağlam C, Demirbaş H, Korkut S, Ünlüer E. Accuracy of bedside lung ultrasound as a rapid triage tool for suspected Covid-19 cases. *Ultrasound Quarterly*. 2020; 36(4): 339-344. DOI: 10.1097/RUQ.0000000000000530.
6. Li L, Yao Y. The Value of Pulmonary Bedside Ultrasound System in the Evaluation of Severity and Prognosis of Acute Lung Injury. *Hindawi*. 2022; 1(1): p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/6471437>.
7. Guven R, Unal R, Genc B, Ak E, Eyupoglu G, Fettahoglu S, et al. Diagnostic accuracy of bedside ultrasonography in COVID-19 suspected patients admitted to the emergency department. *Signa Vitae*. 2021: 1-7. DOI:10.22514/sv.2021.116.
8. Ibrahim Z, Shamsah M, Sajeh O, Mohammed O, Al-Foudari H. Appropriateness of lung ultrasound for the diagnosis of COVID-19 pneumonia. *Health Science Reports*. 2021; 4(2): e302. DOI: 10.1002/hsr2.302.
9. Xian J, Pei X, Lu W, Zhong H, Lin Y, Su Z. The clinical value of bedside ultrasound in predicting the severity of coronavirus disease-19 (COVID-19). *Ann Transl Med*. 2021; 9(4): 336. DOI: 10.21037/atm-20-7944.

10. Meza C. Correlación de hallazgos por ultrasonografía pulmonar vs tomografía simple de torax en pacientes con neumonía por COVID-19 en la unidad de cuidados intensivos del Hospital General Las Americas. [Tesis de especialidad]. Universidad Autónoma del Estado de México; 2021.
11. Moller H, Gjedsted J, Lind V, Lindskov K. COVID-19 Assessment with Bedside Lung Ultrasound in a Population of Intensive Care Patients Treated with Mechanical Ventilation and ECMO. *Diagnostics (Basel)*. 2020; 10(7): 447.
12. Narinx N, Smismans A, Symons R, Frans J, Demeyere A, Gillis M. Feasibility of using point-of-care lung ultrasound for early triage of COVID-19 patients in the emergency room. *Emerg Radiol*. 2020;(10): 1-8. DOI: 10.1007/s10140-020-01849-3.
13. Bar S, Lecourtois A, Diouf M, Goldberg E, Bourbon C, Arnaud E, et al. The association of lung ultrasound images with COVID-19 infection in an emergency room cohort. *Anaesthesia*. 2020; 75(12): 1620-1625. DOI: 10.1111/anae.15175.
14. Ji L, Cao C, Gao Y, Zhang W, Xie Y, Duan Y, et al. Prognostic value of bedside lung ultrasound score in patients with COVID-19. *Crit Care*. 2020; 24(1): 700. DOI: 10.1186/s13054-020-03416-1.
15. Ramos C, Botana M, Pazos L, Núñez M, Pérez S, Tubianes M, et al. Predicción de evolución desfavorables en pacientes hospitalizados por COVID-19 mediante ecografía pulmonar. *Arch Bronconeumol*. 2020; 1(1): 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.07.043>.
16. House D, Amatya Y, Nti B, Russell F. Impact of bedside lung ultrasound on physician clinical decision-making in an emergency department in Nepal. *International Journal of Emergency Medicine*. 2020; 13(14): 1-5.
17. Bekgoz B, Kilicaslan I, Bildik F, Keles A, Demircan A, Hakoglu O, et al. BLUE protocol ultrasonography in Emergency Department patients presenting with acute dyspnea. *Am J Emerg Med*. 2019; 37(11): 2020-2027. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.02.028.
18. Rodrigues J, Rangel M, Paula T, Tavrez A, Costa A, Jacomini B, et al. Evaluation of pulmonary B lines by different intensive care physicians using

- bedside ultrasonography: a reliability study. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2019; 31(3): 354-360.
19. Patel C, Bhatt H, Parikh S, Jhaveri B, Puranik J. Bedside Lung Ultrasound in Emergency Protocol as a Diagnostic Tool in Patients of Acute Respiratory Distress Presenting to Emergency Department. *J Emerg Trauma Shock*. 2018; 11(2): 125-129.
 20. Papanagnou D, Secko M, Gullett J, Stone M, Zehtabchi S. Clinician-Performed Bedside Ultrasound in Improving Diagnostic Accuracy in Patients Presenting to the ED with Acute Dyspnea. *West J Emerg Med*. 2017; 18(3): 382-389.
 21. Guarnera A, Podda P, Santini E, Paolantonio P, Lagui A. Differential diagnoses of COVID-19 pneumonia: the current challenge for the radiologist- a pictorial essay. *Insights into Imaging*. 2021; 12(34): 1-11. DOI: 10.1186/s13244-021-00967-x.
 22. Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P, Busana M, Romitti F, Brazzi L, et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? *Intensive Care Medicine* volume. 2020;(46): 1099-1102. DOI: 10.1007/s00134-020-06033-2.
 23. Ministerio de Saud. Manejo de personas afectadas por COVID-19 en áreas de atención crítica. Documento Técnico. Lima; 2020.
 24. Institución de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación. Recomendaciones de manejo clínico para los casos de COVID-19. Lima: Seguro Social de Salud; 2020.
 25. Prabhakar H, Kapoor I, Mahajan C. *Clinical Synopsis of COVID-19: Evolving and Challenging*. Primera ed. India: Springer; 2020.
 26. Reguero E, Arauzo E. Conceptos básicos en la tomografía computarizada de tórax. *Medicina respiratoria*. 2018; 11(1): 23-35.
 27. Nagpal P, Narayanasamy S, Vidholia A, Guo J, Min K, Hyun C, et al. Imaging of COVID-19 pneumonia: Patterns, pathogenesis, and advances. *BJR*. 2020; 96(1113): 1-6. DOI: 10.1259/bjr.20200538.

28. Campagnano S, Angelini F, Battista G, Novelli S, Drudi F. Diagnostic imaging in COVID-19 pneumonia: a literature review. J Ultrasound. 2021: 1-6. DOI: 10.1007/s40477-021-00559-x.
29. Organización Mundial de la Salud. Información básica sobre la COVID-19. WHO. [Online].; 2020. [\[Revisado el 4 de Agosto del 2021\]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19.](https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19)
30. Arnedillo A, García C, López-Campos J. Insuficiencia respiratoria aguda. Neumosur. [Online].; 2016. [\[Revisado el 4 de Agosto del 2021\]. Disponible en: https://www.neumosur.net/fils/E03-18%20IRA.pdf.](https://www.neumosur.net/fils/E03-18%20IRA.pdf)
31. Real Academia de la Lengua Española. Tomografía. RAE. [Online].; 2021. [\[Revisado el 4 de Agosto del 2021\]: Disponible en: https://dle.rae.es/tomograf%C3%ADa.](https://dle.rae.es/tomograf%C3%ADa)
32. Real Academia de la Lengua Española. Transductor. RAE. [Online].; 2021. [\[Revisado el 4 de Agosto del 2021\]. Disponible en: https://dle.rae.es/transductor?m=form.](https://dle.rae.es/transductor?m=form)
33. Fairview. Diagnostic Value of Laboratory Tests. Laboratory Guide. Estados Unidos.; 2018.
34. Real Academia de la Lengua Española. Efectividad. RAE. [Online].; 2021. [\[Revisado el 7 de Octubre del 2021\]. Disponible en: https://dle.rae.es/efectividad.](https://dle.rae.es/efectividad)
35. Bravo S, Cruz J. Estudios de exactitud diagnóstica: Herramientas para su Interpretación. Revista Chilena de Radiología. 2015; 21(4): 158-164.
36. Organización Mundial de la Salud. Descriptores en ciencias de la salud. [Online].; 2020. [\[consultado 31 mayo 2021\]. Disponible en: http://decs2020.bvsalud.org/cgi-bin/wxis1660.exe/decsserver/.](http://decs2020.bvsalud.org/cgi-bin/wxis1660.exe/decsserver/)
37. Hernandez R, Fernandez C, Baptista P. Metodología de la investigación Mexico D.F.: Interamericana Editores, S.A.; 2014.
38. Argimon J, Jiménez J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. 4th ed. Barcelona-España: Elsevier; 2013.
39. Asociación Médica Mundial. Declaración de helsinki de AMM - Principio éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. [Online].; 2017. [\[Citado el 11 de octubre de 2021\]. Disponible en: https://www.wma.net/es/policies-](https://www.wma.net/es/policies-)

[post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/](#).

40. RadiologyInfo.org. Dosis de radiación en exámenes de rayos X y TAC. [Online].; 2013. [\[Citado el 11 de octubre de 2021\]. Disponible en: https://www.sjd.es/sites/default/files/ckfinder/userfiles/files/Informaci%C3%B3n%20sobre%20radiolog%C3%ADa.pdf](#).

ANEXOS

1. Matriz de consistencia

Titulo	Pregunta de investigación	Objetivos	Hipótesis	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento de datos	Instrumento de recolección
<p>Efectividad diagnóstica de la ecografía pulmonar a pie de cama en pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda de la Clínica Internacional, 2021</p>	<p>¿Es la ecografía pulmonar a pie de cama efectiva en el diagnóstico de pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda atendidos en el servicio de emergencia de la Clínica Internacional, 2021?</p>	<p>General Determinar la efectividad diagnóstica de la ecografía pulmonar a pie de cama en pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda atendidos en el servicio de emergencia de la Clínica Internacional, 2021.</p> <p>Específicos Describir las características clínico-epidemiológicas de los pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda atendidos en el servicio de emergencia de la Clínica Internacional, 2021.</p> <p>Determinar la sensibilidad de la ecografía pulmonar a pie de cama en pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda.</p> <p>Determinar la especificidad de la ecografía pulmonar a pie de cama en los pacientes en estudio.</p> <p>Determinar el valor predictivo positivo de la ecografía pulmonar a pie de cama en los pacientes de interés</p> <p>Determinar el valor predictivo negativo de la ecografía pulmonar a pie de cama en los pacientes a analizar.</p>	<p>Ha: La ecografía pulmonar a pie de cama es efectiva en el diagnóstico de pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda atendidos en el servicio de emergencia de la Clínica Internacional, 2021.</p> <p>H0: La ecografía pulmonar a pie de cama no es efectiva en el diagnóstico de pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda atendidos en el servicio de emergencia de la Clínica Internacional, 2021.</p>	<p>El tipo de estudio es No experimental El diseño Observacional de pruebas diagnósticas, analítica, prospectiva y transversal.</p>	<p>Población Todos los pacientes COVID-19 con insuficiencia respiratoria aguda (IRA) atendidos en la Unidad de Shock Trauma del Servicio de Emergencia de la Clínica Internacional en el periodo de agosto a diciembre de 2021.</p> <p>Muestra 50 pacientes</p> <p>Análisis Frecuencias absolutas, frecuencias relativas, promedio, desviación estándar. Sensibilidad, Especificidad, Valor predictivo positivo, Valor predictivo negativo, Índice de Youden, Índice de Kappa.</p>	<p>Ficha de recolección de datos</p>

