

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS  
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO  
CRÍTICO  
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL**



**“CORRELACIÓN DE HALLAZGOS POR ULTRASONOGRAFÍA PULMONAR VS  
TOMOGRFIA SIMPLE DE TORAX EN PACIENTES CON NEUMONIA POR COVID-19 EN  
LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL GENERAL LAS AMERICAS”**

INSTITUTO DE SALUD DEL ESTADO DE MEXICO  
HOSPITAL GENERAL DE ECATEPEC “LAS AMERICAS”

**TESIS**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD DE:  
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO

PRESENTA:

M. C. CINTHIA ADRIANA MEZA MEDINA

DIRECTOR DE TESIS

E. EN M.E.E.C FELIPE DE JESÚS MONTELONGO

CO-DIRECTOR DE TESIS

E. EN M.E.E.C. MARIA MAGDALENA REYES PEREZ

**TOLUCA ESTADO DE MÉXICO 2021**

**TITULO:**

**“CORRELACIÓN DE HALLAZGOS POR ULTRASONOGRAFÍA PULMONAR VS  
TOMOGRFIA SIMPLE DE TORAX EN PACIENTES CON NEUMONIA POR  
COVID-19 EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL  
GENERAL LAS AMERICAS”**

## INDICE

	<b>INDICE.....</b>	<b>Pág. 1</b>
	<b>Resumen .....</b>	<b>Pág. 3</b>
	<b>Abstract.....</b>	<b>Pág.4</b>
<b>I.</b>	<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>Pág. 5</b>
	INFECCION POR COVID-19.....	Pág. 5
	FISIOPATOLOGÍA.....	Pág. 7
	EVLUCION DE LA ENFERMEDAD.....	Pág. 8
	ESPECTRO DE LA SEVERIDAD.....	Pág. 11
	CUADRO CLÍNICO .....	Pág. 12
	NEUMONIA.....	Pág. 14
	DIAGNOSTICO POR COVID-19.....	Pág. 15
	HERRAMIENTAS DIAGNOSTICAS.....	Pág. 16
	Prueba RT-PCR en COVID-19.....	Pág. 17
	Ensayo de anticuerpos serológicos.....	Pág. 18
	ESTUDIOS DE IMAGEN.....	Pág. 19
	TC Tórax simple.....	Pág. 19
	Ultrasonido Pulmonar.....	Pág. 22
	Sistemas de Puntuación para la monitorización de la aireación pulmonar.....	Pág. 28
	Hallazgos por ultrasonografía en COVID-19.....	Pág. 30
<b>II.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>Pág. 34</b>
<b>III.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>Pág. 36</b>
<b>IV.</b>	<b>HIPOTESIS.....</b>	<b>Pág. 38</b>
	Hipotesis de Investigación (Hi).....	Pág. 38
	Hipotesis Alterna (Ho).....	Pág. 38
<b>V.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>Pág. 39</b>
	Objetivo General.....	Pág. 39
	Objetivos Específicos.....	Pág. 39
<b>VI.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>Pág. 40</b>
	Diseño del estudio.....	Pág. 40
	Universo de trabajo.....	Pág. 40
	Población de estudio.....	Pág. 40

Tamaño tipo de muestreo.....	Pág. 40
Criterios de selección.....	Pág. 40
Criterios de inclusión.....	Pág. 40
Criterios de exclusión.....	Pág. 40
Criterios de eliminación.....	Pág. 41
Operacionalización de las Variables.....	Pág. 41
Descripción general del estudio.....	Pág. 48
Análisis de la imagen tomográfica.....	Pág. 49
Análisis de la imagen por ultrasonografía pulmonar.....	Pág. 50
Análisis estadístico.....	Pág. 51
<b>VII. IMPLICACIONES ETICAS.....</b>	<b>Pág. 51</b>
<b>VIII. RECURSOS Y FINANCIAMIENTO.....</b>	<b>Pág. 52</b>
<b>IX. RESULTADOS .....</b>	<b>Pág. 53</b>
<b>X. DISCUSIÓN.....</b>	<b>Pág. 62</b>
<b>XI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>Pág. 65</b>
<b>XII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>Pág. 65</b>
<b>XIII. REFERENCIAS.....</b>	<b>Pág. 66</b>
<b>XIV. ANEXOS.....</b>	<b>Pág. 72</b>

## RESUMEN:

**Introducción:** la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID19) requiere un rápido diagnóstico de casos sospechosos, y el uso de tomografía de tórax (TC) es un recurso limitado. **Objetivos:** evaluar la correlación de los hallazgos encontrados en ultrasonografía pulmonar (LUS) contra los encontrados por TC en paciente con sospecha de neumonía por COVID19 para su diagnóstico. **Materiales y Métodos:** estudio prospectivo, descriptivo, transversal, doble ciego. En pacientes ingresados por sospecha de Neumonía por COVID19 a la Unidad de cuidados Intensivos a quienes se les realizó LUS inmediatamente previo o posterior a la realización de TC imágenes analizadas por un investigador cegado a la identidad del paciente y de los hallazgos por TC y LUS **Resultados:** Se enrolaron 85 pacientes (52 hombres) con una media de 49años  $\pm 15.5$ . Se encontró mayor mortalidad en el grupo masculino y entre las edades de 59-65años. Se encontró una correlación entre los hallazgos de LUS vs TC tórax ( $k = 0,833$ , IC del 95%,  $p < 0,001$ ) en pacientes con neumonia por COVID19, y una asociación entre los sistemas de puntuación de LUS y TC ( $p = < 0.0001$   $\rho = 0.85$ ), y la severidad de la afectación pulmonar por LUS y TC con la Mortalidad ( $Rho -0.50$   $p = < 0.0001$  y  $p = < 0.0001$   $Rho -0.65$ ) respectivamente. El área bajo la curva de para detectar Neumonia severa con un punto de corte de 11.5 fue de 0.882, con una Sensibilidad del 92.5% y Especificidad del 71%. **Conclusiones:** existe una correlación entre los hallazgos por LUS con respecto a los encontrados por TC.

## **ABSTRACT:**

**Introduction:** coronavirus disease 2019 (COVID19) requires rapid diagnosis of suspected cases, and the use of chest tomography (CT) is a limited resource.

**Objectives:** to evaluate the correlation of the findings found in pulmonary ultrasonography (LUS) against those found by CT in a patient with suspected pneumonia due to COVID19 for its diagnosis. **Materials and Methods:** prospective, descriptive, cross-sectional, double-blind study. In patients admitted for suspected

Pneumonia due to COVID19 to the Intensive Care Unit who underwent LUS immediately before or after performing CT images analyzed by an investigator blinded to the identity of the patient and the findings by CT and LUS **Results:** 85 patients (52 men) were enrolled with a mean of  $49 \pm 15.5$  years. Higher mortality was found in the male group and between the ages of 59-65 years. A correlation was found between the findings of LUS vs chest CT ( $k = 0.833$ , 95% CI,  $p < 0.001$ ) in patients with COVID19 pneumonia, and an association between the LUS and CT

scoring systems ( $p = < 0.0001$   $\rho = 0.85$ ), and the severity of lung involvement by LUS and CT with Mortality ( $\rho = -0.50$   $p = < 0.0001$  and  $p = < 0.0001$   $\rho = -0.65$ ) respectively. The area under the curve for detecting severe pneumonia with a cut-off point of 11.5 was 0.882, with a Sensitivity of 92.5% and Specificity of 71%.

**Conclusions:** there is a correlation between the findings by LUS with respect to those found by CT.

## **I. MARCO TEORICO**

### **INFECCION POR COVID19**

COVID-19 es una enfermedad viral emergente, primero identificada en China Wuhan en Diciembre del 2019, los primeros casos fueron identificados como neumonía de causa desconocida y en Febrero del 2020 la organización mundial de salud la describió como COVID-19 (Coronavirus disease 2019). La enfermedad fue declarada emergencia internacional el 30 de enero del 2020. Inicialmente el virus fue llamado 2019 nCoV y posteriormente renombrada como SARS-CoV-2 ya que el virus es muy similar al causante de SARS(1).

Los coronavirus están envueltos con ARN monocatenario de sentido positivo y poseen el genoma más grande de todos los virus de ARN. Los coronavirus reciben su nombre por su halo característico cuando se visualizan mediante microscopia electrónica con apariencia de corona por la presencia de glucoproteínas en su envoltura, nuestra comprensión actual destaca 4 proteínas principales en el coronavirus: S (espiga), E (envoltura), M (membrana) y N (nucleocápside)(2).

Cuatro cepas circulan libremente entre los humanos de las cuales dos han resultado en brotes documentados (1,3):

- I. Síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV) en 2002-2004 con 8,096 casos y 744 muertes (tasa de letalidad 9.2%)
- II. Síndrome respiratorio de Medio Oriente (MERS-CoV) en 2012-2016 con 2494 casos y 858 muertes (tasa de fatalidad 34.4%)
- III. COVID-19 (Diciembre de 2019 hasta el presente). A partir del 4 de Mayo de 2020, aproximadamente 3,571,615 casos y 250,134 muertes con una tasa de letalidad del 7% en The Center for Systems Science and Engineering Johns Hopkins University (JHU CSSE).

Se cree que los virus SARS-CoV-1 y MERS-CoV son el resultado de la propagación zoonótica de la población de murciélagos. Nombrar el virus que causa la pandemia actual "SARS-CoV-2" es el resultado de su similitud genética con el virus que causó el brote en 2003, que ahora se llama "SARS-CoV-1". Se sospecha que el brote de COVID-19 se originó en el mercado mayorista de mariscos de Huanan en la ciudad de Wuhan; Sin embargo, otros investigadores han sugerido que este mercado

puede no ser la fuente original de virus transmisión a humanos. Los murciélagos son raros en los mercados de China, pero se cazan y se venden directamente a los restaurantes como alimento (2–4).

La transmisión del virus a través del aire puede ocurrir a través de gotas (tamaño  $>5-12\mu\text{m}$ ) o aerosoles (gotas  $<5\mu\text{m}$ ). Los primeros permanecen en el aire corto tiempo, suspendidos menos de 17 minutos y viajan cortas distancias, menores a 1 metro. Los aerosoles tienen una velocidad de asentamiento lenta, por lo que permanecen suspendidos en el aire por más tiempo y pueden viajar más lejos, ambas son gotas generadas al toser hablar o estornudar (5). El estornudo humano de una persona sana puede viajar una distancia de hasta 6 a 8 metros. Las gotas más grandes se depositan rápidamente a una distancia de 1 a 2 m de la persona. Las gotas más pequeñas y evaporadas quedan atrapadas en una nube donde permanecen suspendidas y, en el transcurso de segundos a minutos, recorren las dimensiones de una habitación para después aterrizar a una distancia de 6 a 8m (6). El virus SARS-CoV-2 puede ser viable durante al menos 3 horas en entornos en aerosol, en base a experimentos in vitro(6). El SARS-CoV-2 se transmite de persona a persona, predominantemente por diseminación y contacto de gotitas respiratorias, similar a los coronavirus MERS y SARS (7). El SARS-CoV-2 tiene un mayor nivel de desprendimiento del tracto respiratorio superior que el SARS-CoV-1, incluso en casos asintomáticos / presintomáticos, lo que puede haber contribuido a su propagación más amplia (8). La transmisión por contacto se refiere a la transferencia directa de virus de una persona infectada a un individuo susceptible (por ejemplo, a través de contaminado manos) o transferencia indirecta de virus a través de objetos intermedios (fómites). El virus SARS-CoV-2 puede sobrevivir hasta 4 días cuando las gotas respiratorias se depositan en las superficies, según los experimentos in vitro (7). La transmisión ocurre cuando el contacto con objetos cargados de virus (fómites) es seguido por el contacto con las membranas mucosas (por ejemplo, ojos, nariz, boca) al tocar la cara. El SARS-CoV-2 es más estable en plástico y acero inoxidable que en cobre y cartón, pudiéndose detectar un virus viable hasta 72 horas después de su aerolización en las superficies. En cobre no se midió el SARS-CoV-2 viable después de 4 horas y en cartón no se midió después de 24 horas(6).

## **FISIOPATOLOGIA**

Los coronavirus (CoV) infectan principalmente las vías respiratorias superiores y gastrointestinales de aves y mamíferos. La glucoproteína espiga superficial (proteína S) es un factor clave en la virulencia de los CoV, ya que le permite unirse a las células huésped. Se ha demostrado que MERS-CoV se une a la dipeptidil-peptidasa 4 (DPP4), una proteína que se ha conservado en especies conocidas por albergar esta cepa de coronavirus. Si bien la mayoría de los virus respiratorios infectan las células ciliadas, DPP4 se expresa en células no ciliadas en las vías respiratorias humanas, lo que se cree que es un factor importante en su transmisión zoonótica y alta tasa de letalidad. En el SARS-CoV-1, la enzima convertidora de angiotensina humana 2 (ACE2) fue el receptor celular primario al que se unió el virus, y se cree que desempeñó un papel en la capacidad del SARS-CoV-1 para producir infecciones tanto de las vías respiratorias superiores como inferiores tratadas, contribuyendo a su infectividad y letalidad(9). La ACE2 es un receptor funcional secuestrado por el SARS-CoV-2 para la entrada celular, que se expresa en pulmón, corazón, riñón e intestino. La proteína S de CoV existe en una conformación de pre-fusión metaestable que experimenta un reordenamiento estructural dramático para fusionar la membrana viral con la membrana de la célula huésped.

Este proceso es desencadenado por la subunidad S1 y la unión del receptor de la célula huésped, que desestabiliza el trímero de pre-fusión, lo que resulta en el desprendimiento de la subunidad S1 y la transición de la subunidad S2 a una conformación post-fusión altamente estable. Para activar un receptor de células huésped, el dominio de unión al receptor (RBD) de S1 experimenta movimientos conformacionales tipo bisagra que ocultan o exponen transitoriamente los determinantes de la unión al receptor. Para descubrir el potencial del SARS-CoV-2 para infectar a los humanos, se analizó el RBD de su proteína S, que está en contacto con ACE2. La evidencia biofísica y estructural sugiere que la proteína SARS-CoV-2 S probablemente se une al ACE2 humano con una capacidad 10-20 veces mayor que el SARS-CoV. La entrada del coronavirus en las células huésped

está mediada por la glucoproteína S que forma homotrímeros que sobresalen de la superficie viral. La glucoproteína S comprende dos subunidades funcionales responsables de la unión al receptor de la célula huésped (subunidad S1) y la fusión del virus y membranas celulares (subunidad S2). Para muchos CoV, la proteína S se divide en el límite entre las subunidades S1 y S2, que permanecen unidas de forma no covalente en la conformación de prefusión. La subunidad distal S1 comprende los dominios de unión al receptor y contribuye a la estabilización del estado de prefusión de la Subunidad S2 anclada a la membrana que contiene la maquinaria de fusión. Para todos los CoV, el S es escindido adicionalmente por las proteasas del huésped en el denominado sitio S2 ubicado inmediatamente arriba del péptido de fusión. Se ha propuesto que esta escisión active la proteína para la fusión de membrana a través de cambios conformacionales irreversibles extensivos. Como resultado, la entrada del coronavirus en las células susceptibles es un proceso complejo que requiere la acción concertada del procesamiento proteolítico y de unión al receptor de la proteína S para promover la fusión de la célula al virus(9).

## **EVOLUCION DE LA ENFERMEDAD**

Periodo de Incubación:

Se cree que el periodo de incubación de COVID-19 es dentro de los 14 días siguientes a la exposición, con la mayoría de los casos ocurriendo aproximadamente entre el quinto al sexto día después de la exposición. El desarrollo de los síntomas ocurre entre el 2 al día 7 en el 75% de los casos, después de 14 días en menos del 1% de los casos (10)

Etapas I (leve) - Infección temprana:

La etapa inicial ocurre en el momento de la inoculación y el establecimiento temprano de la enfermedad. Esto implica un período de incubación asociado con síntomas leves y a menudo no específicos, como malestar general, fiebre y tos seca. Durante este período, el SARS-CoV-2 se multiplica y establece la residencia en el huésped, centrándose principalmente en el sistema respiratorio. El SARS-CoV-2 se

une a su objetivo utilizando el receptor de ACE2 en las células humanas, abundantemente presentes en el epitelio del pulmón humano y el intestino delgado, así como en el endotelio vascular, la infección generalmente se presenta con síntomas respiratorios y sistémicos leves. En pacientes que pueden mantener el virus limitado a esta etapa de COVID-19, el pronóstico y la recuperación son excelentes.

Etapa II (moderada): compromiso pulmonar (IIa) sin y (IIb) con hipoxia:

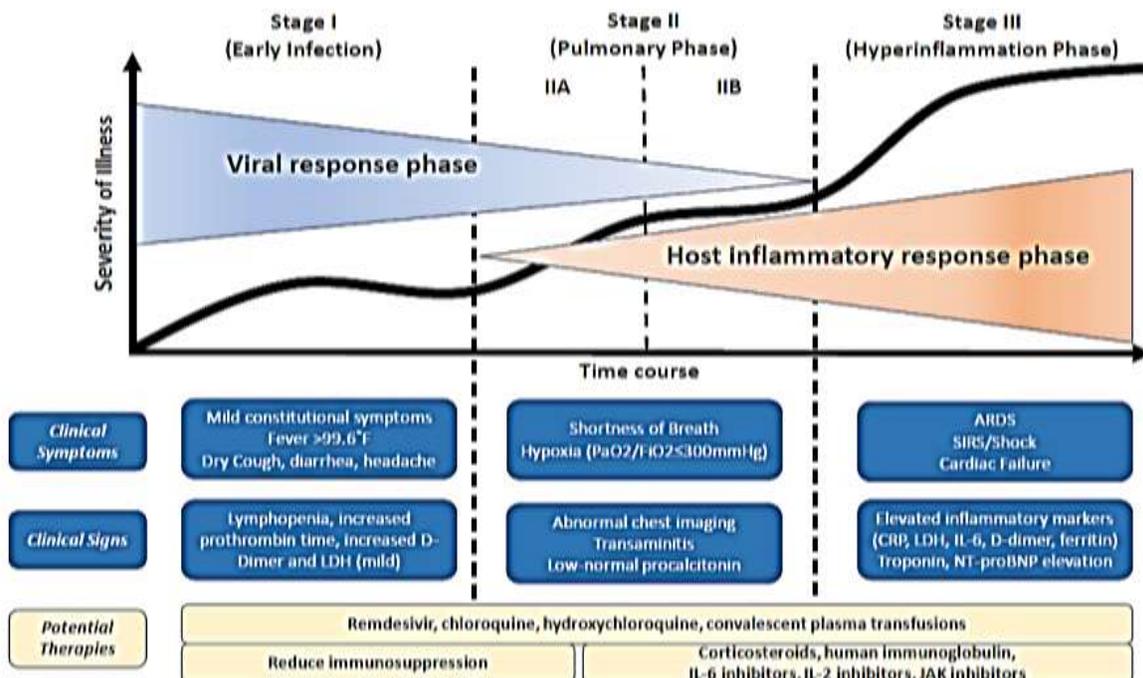
En la segunda etapa de la enfermedad pulmonar establecida, la multiplicación viral y la inflamación localizada en el pulmón son lo esperado. Durante esta etapa, los pacientes desarrollan una neumonía viral, con tos, fiebre y posiblemente hipoxia (definida como una PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> de <300 mmHg). Las imágenes con radiografía de tórax o tomografía computarizada revelan infiltrados bilaterales u opacidades en vidrio esmerilado. Es en esta etapa que la mayoría de los pacientes con COVID-19 necesitarían ser hospitalizados para una observación y tratamiento cercanos. El estadio II se subdivide en estadio IIa (sin hipoxia) y estadio IIb (con hipoxia).

En la etapa temprana IIa (sin hipoxia significativa), se puede evitar el uso de corticosteroides en pacientes con COVID-19. Sin embargo, si se produce hipoxia (Etapa IIb), es probable que los pacientes progresen a que requieren ventilación mecánica y en esa situación, creemos que el uso de la terapia antiinflamatoria, como los corticosteroides, puede ser útil y puede emplearse juiciosamente.

Etapa III (grave) - Hiperinflamación sistémica:

Una minoría de pacientes con COVID-19 pasará a la tercera y más grave etapa de la enfermedad, que se manifiesta como un síndrome de hiperinflamación sistémica extrapulmonar. En esta etapa, los marcadores de inflamación sistémica parecen estar elevados. La infección por COVID-19 produce una disminución en los recuentos de células T auxiliares, supresoras y reguladoras (9). Los estudios han demostrado que las citocinas inflamatorias y los biomarcadores como la interleucina (IL) -2, IL-6, IL-7, factor estimulante de colonias de granulocitos, el factor de necrosis

tumoral  $\alpha$ , la proteína C reactiva, la ferritina y el dímero D están significativamente elevados en aquellos pacientes con enfermedad más grave. La troponina y el péptido natriurético tipo B N-terminal (NT-proBNP) también pueden estar elevados. Una forma similar a la linfocitosis hemofagocítica (SHLH) puede presentarse en pacientes en esta etapa avanzada de la enfermedad. En esta etapa, se pueden detectar shock, vasoplejia, insuficiencia respiratoria e incluso colapso cardiopulmonar. La afectación de los órganos sistémicos, incluso la miocarditis, se manifestaría durante esta etapa. La terapia personalizada en la etapa III depende del uso de agentes inmunomoduladores para reducir la inflamación sistémica antes de que resulte abrumadoramente en una disfunción multiorgánica. En general, el pronóstico y la recuperación de esta etapa crítica de



**Figura 1.** Historia natural de la enfermedad por COVID-19 en pacientes que cursan con neumonía grave. Tomado de Siddiqui HK, Mehra MR. COVID-19 Illness in Native and Immunosuppressed States: A Clinical-Therapeutic Staging Proposal. Journal of Heart and Lung Transplantation.

La eliminación viral asintomática puede ocurrir en algún momento en hasta el 50% de los pacientes, aunque esto sigue siendo polémico. La mayoría de los casos de COVID-19 (80%) experimentan síntomas de leves a moderados durante los primeros 7 días seguidos de recuperación (14). Aproximadamente el 20% de los pacientes desarrollan disnea que requiere ingreso hospitalario, generalmente en los

días 6-8. Una pequeña proporción de pacientes con infección por SARS-CoV-2 desarrollan una enfermedad pulmonar potencialmente mortal caracterizada por neumonitis severa que puede progresar a síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). Involucra daño difuso, directo e indirecto a los alvéolos (14). La neumonía por SARs-CoV-2 ha reportado mortalidades del 4.3%, 11% y del 14.6%, la disfunción orgánica y la coagulopatía fueron asociadas a mayor mortalidad(15). Los hallazgos post mortem incluyen: Daño alveolar difuso típico de la infiltración linfocítica ARDS; Trombosis microvascular y de vasos grandes, En algunos casos una neumonía bacteriana secundaria con o sin daño alveolar difuso subyacente, características extrapulmonares que incluyen miocarditis linfocítica, presencia de ARN de SARS-CoV-2 en pulmón y otros tejidos(12).

## ESPECTRO DE LA SEVERIDAD

La infección por SARS-CoV-2 puede provocar enfermedad que varía en gravedad desde ningún síntoma, hasta COVID-19 leve, moderado o grave. Una pequeña proporción puede permanecer asintomática aunque se desconoce la proporción exacta. La proporción de severidad experimentada en una gran cohorte de pacientes fue: Leve o moderado - 80%, Grave: 13.4% y Crítico: 6.1%(13).

Clasificación de la gravedad según las directrices australianas para la atención clínica de personas con COVID-19(14).

**Enfermedad leve** Persona que no presenta ninguna característica clínica que sugiera un curso complicado de enfermedad. Características: sin síntomas o síntomas leves del tracto respiratorio superior cuadro clínico estable

**Enfermedad Moderada** Paciente estable que presenta síntomas o signos respiratorios y / o sistémicos, capaz de mantener la saturación de oxígeno >92% (o >90% en pacientes con enfermedad pulmonar crónica) con hasta 4L/min de oxígeno a través de puntas nasales. Características: astenia, fiebre > 38 °C, tos persistente, signos clínicos o radiológicos de afectación pulmonar.

Pacientes que cumplan cualquiera de los siguientes criterios:

**Enfermedad Severa** frecuencia respiratoria  $\geq 30$  respiraciones, saturación de oxígeno mínimo  $\leq 92\%$  en estado de reposo, presión parcial de oxígeno arterial ( $\text{PaO}_2$ ) / fracción de oxígeno inspirado ( $\text{FiO}_2$ )  $\leq 300$ .

Paciente que cumpla con cualquiera de los siguientes criterios:

**Enfermedad Crítica**

1. Insuficiencia respiratoria: Definida como una  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  menor de 200, o síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) Esto incluye pacientes que se deterioran a pesar de las formas avanzadas de soporte respiratorio (ventilación mecánica invasiva o no invasiva, cánulas nasales de alto flujo etc.)
2. Hipotensión, shock, deterioro de la conciencia u otra falla orgánica

## CUADRO CLÍNICO: SIGNOS Y SINTOMAS

Las características de presentación comunes incluyen(12,15–17):

- Fiebre (La incidencia varía según el estudio 40-90%), tiende a ser alta y persistente
- Cefalea (13.6%)
- Tos seca ocasional (67.7%)
- Falta de aliento/ fatiga (38.1%)
- Disnea. El inicio de la disnea tiende a ser alrededor del día 6. Múltiples informes, especialmente en ancianos, de "hipoxia silenciosa" - hipoxemia severa sin disnea (18%)
- Alteraciones olfativas y / o del gusto. En Corea del Sur, el 30%

de los que dieron positivo tenían anosmia como su síntoma principal de presentación en casos leves.

Menos frecuente o raramente

- Rinorrea (11.4%)
- Congestión nasal (4.8%)
- Dolor de garganta (13.9%)
- Mialgia o artralgias (14.8%)
- Síntomas gastrointestinales (p. Ej., Diarrea 3.7%, náusea o vómito 5%)
- Otras características neurológicas: Meningitis / encefalitis y encefalopatía necrotizante hemorrágica

- (incluyendo estado mental y coma alterados)
- Síndrome de Guillain-Barré
- Encefalopatía, agitación, confusión y signos del tracto corticoespinal en pacientes de UCI con COVID-19 con SDRA.

#### Infeción asintomática

En entornos de alto riesgo de transmisión (por ejemplo, cruceros, hogares de ancianos), aproximadamente el 50% de los casos experimentan un período asintomático en el que se puede detectar ARN viral a partir de muestras del tracto respiratorio superior. La proporción asintomática verdadera es desconocida. En dos cohortes de cruceros se estimó una prevalencia entre 17% y 30% (18).

### **NEUMONIA**

La neumonía es una infección del tracto respiratorio inferior, que afecta específicamente al parénquima pulmonar, cuando los alvéolos se llenan de microorganismos, líquido y células inflamatorias y los pulmones no pueden funcionar correctamente. Los virus, hongos y bacterias pueden causar neumonía. La gravedad de la neumonía puede variar de leve a potencialmente mortal, la enfermedad sin complicaciones se resuelve con antibióticos ambulatorios y los casos complicados progresan a choque séptico, síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y muerte.

La infección del tracto respiratorio inferior es una enfermedad aguda (presente durante 21 días o menos), generalmente con dolor como síntoma principal y con al menos otro síntoma del tracto respiratorio inferior (como fiebre, producción de esputo, dificultad para respirar, sibilancias o malestar o dolor en el pecho) y sin una explicación alternativa (como sinusitis o asma)(19). El diagnóstico de Neumonía se basa en los signos y síntomas de una infección del tracto respiratorio inferior y puede confirmarse mediante una radiografía de tórax que muestre nuevas sombras que no se deben a ninguna otra causa (como edema pulmonar o infarto)(19). Se clasifica en adquirida en la comunidad (NAC) cuando los signos y síntomas inician

fuera del ámbito hospitalario y en Hospitalaria cuándo comienzan 48 horas posteriores a un ingreso hospitalario.

El término "neumonía atípica" se aplicó por primera vez a las neumonías víricas adquiridas en la comunidad (NAC) que eran clínica y radiológicamente distintas de las NAC bacterianas. En las últimas décadas, la neumonía atípica ha llegado a significar infecciones del tracto respiratorio inferior debido a patógenos respiratorios específicos, es decir, *Chlamydia psittaci* (psittacosis), *Francisella tularensis* (tularemia), *Coxiella burnetii* (fiebre Q), *Chlamydia pneumoniae*, *Mycoplasma pneumoniae* o *Legionella*. Las causas recientemente reconocidas de NAC, es decir, síndrome respiratorio agudo severo (SARS), hantavirus e influenza aviar, no se consideran "neumonías atípicas", pero deben considerarse NAC virales(20).

"Fenotipos" de neumonía covid-19

La neumonía por COVID-19, a pesar de caer en la mayoría de las circunstancias bajo la definición de ARDS de Berlín, es una enfermedad específica, cuyas características distintivas son hipoxemia severa a menudo asociada con una complianza del sistema respiratorio casi normal. Esta combinación notable casi nunca se ve en el SDRA grave. Se plantea que los diferentes patrones de COVID-19 encontrados dependen de la interacción entre tres factores: 1) gravedad de la infección, respuesta del huésped, reserva fisiológica y comorbilidades 2) capacidad de respuesta ventilatoria del paciente a la hipoxemia; 3) el tiempo transcurrido entre el inicio de la enfermedad y la observación en el hospital. La interacción entre estos conduce al desarrollo de un espectro de enfermedades relacionadas con el tiempo dentro de dos "fenotipos" primarios:

Neumonía por COVID-19, tipo L:

- Baja elasticidad: la complianza casi normal indica que la cantidad de gas en el pulmón es casi normal
- Baja relación ventilación/perfusión (VA/Q): dado que el volumen de gas es casi normal, la hipoxemia puede explicarse mejor por la pérdida de regulación de la perfusión y por la pérdida de vasoconstricción hipóxica. En

consecuencia, en esta etapa, la presión de la arteria pulmonar debe ser casi normal.

- Bajo peso pulmonar: solo las densidades de vidrio esmerilado están presentes en la tomografía computarizada, principalmente ubicadas subpleuralmente y a lo largo de las fisuras pulmonares. En consecuencia, el peso pulmonar solo aumenta moderadamente.
- Baja capacidad de reclutamiento pulmonar: la cantidad de tejido no aireado es muy baja, por lo tanto, la capacidad de reclutamiento es baja.

#### Neumonía por COVID-19, tipo H

- Alta elastancia: la disminución del volumen de gas debido al aumento del edema explica el aumento elastancia pulmonar
- Derivación alta de derecha a izquierda: esto se debe a la fracción del gasto cardíaco que perfunde a los tejidos no aireados, que se desarrollan en las regiones pulmonares dependientes, debido al aumento del edema y a la presión superpuesta.
- Alto peso pulmonar: el análisis cuantitativo de la tomografía computarizada muestra un aumento notable en el peso pulmonar (> 1,5 kg), del orden de magnitud del SDRA grave.
- Alta capacidad de reclutamiento pulmonar: la mayor cantidad de tejido no aireado está asociada, como en el SDRA grave, con una mayor capacidad de reclutamiento.

El patrón Tipo H, 20-30% de los pacientes de nuestra serie, se ajusta completamente a los criterios severos de SDRA: hipoxemia, infiltrados bilaterales, disminución del cumplimiento del sistema respiratorio, aumento del peso pulmonar y potencial para el reclutamiento (21).

#### **DIAGNOSTICO DE NEUMONIA POR COVID-19:**

La definición de caso sospechoso de COVID-19 ha cambiado sobre el tiempo. La definición actualmente vigente acorde al Lineamiento estandarizado para la

vigilancia epidemiológica y por laboratorio de la enfermedad respiratoria viral de mayo 2020 de la Secretaria de Salud de México(22), se define como:

Caso sospechoso: Persona de cualquier edad que en los últimos 7 días haya presentado al menos dos de los siguientes signos y síntomas: tos, fiebre o cefalea, Acompañado de al menos uno de los siguientes signos o síntomas:

- Disnea
- Artralgias
- Mialgias,
- Odinofagia/ ardor faríngeo,
- Rinorrea
- Conjuntivitis
- Dolor torácico

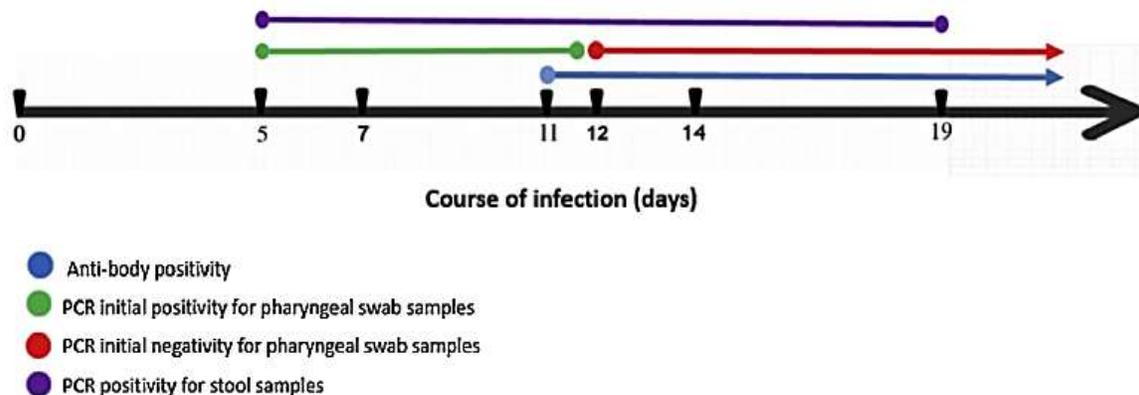
Caso de Infección Respiratoria Aguda Grave: Toda persona que cumpla con la definición de caso sospechoso de Enfermedad Respiratoria Leve y además presente dificultad respiratoria.

Caso Confirmado: Persona que cumpla con la definición operacional de caso sospechoso y que cuente con diagnóstico confirmado por laboratorio de la Red Nacional de Laboratorios de Salud Pública reconocidos por el InDRE(22).

## HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

### Prueba de RT-PCR en COVID-19

La prueba de ácido nucleico o secuenciación genética sirve como el método estándar de oro para la confirmación de la infección, sin embargo, varios estudios han informado resultados falsos negativos de la reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa en tiempo real (rT-PCR)(23).



**Figura 2.** rT-PCR y positividad de anticuerpos en respecto al curso de la infección por COVID-19. Tomado de Alsuliman T, Slaiman R, Ismail S, Srouf M, Alrstom A. COVID-19 paraclinical diagnostic tolols: Updates and future trends. Current research in translational Medicine.2019

Durante los 4 días de infección antes del momento típico de aparición de los síntomas (día 5), la probabilidad de un resultado falso negativo en una persona infectada disminuye del 100% (IC del 95%, 100% al 100%) el día 1 al 67 % (IC, 27% a 94%) el día 4. El día del inicio de los síntomas, la tasa mediana de falsos negativos fue del 38% (IC, 18% a 65%). Esto disminuyó al 20% (IC, 12% a 30%) el día 8 (3 días después del inicio de los síntomas) y luego comenzó a aumentar nuevamente, del 21% (IC, 13% a 31%) el día 9 al 66% (IC , 54% a 77%) el día 21(24) (25).

En un estudio de 1014 pacientes, 601 tuvieron resultados positivos y 413 un resultado negativo de rRT-PCR, con una tasa de positividad del 59% (IC del 95%). De 601 pacientes con rRT-PCR positiva, 97% tuvieron una TAC de tórax positiva, y de los 413 pacientes con resultado negativo, el 75% tenían hallazgos sugestivos positivos por TAC de tórax, de los cuales el 48% fueron considerados como casos altamente probables, 33% casos probables. De los principales hallazgos en la TAC de tórax fueron la opacidad en vidrio esmerilado 46% y las consolidaciones 50%, la mayoría con hallazgos bilaterales (90%). Con los resultados de rRT-PCR como referencia, la sensibilidad de la TAC de torax para indicar infección por COVID-19 fue del 97% ( IC 95%), el valor predictivo positivo (VPP) y el valor predictivo negativo (VPN) fueron del 65% y 83% respectivamente(26).

En una investigación realizada por Wang et al., Los autores describieron la prueba de COVID-19 en 1070 muestras de 205 pacientes infectados utilizando rRT-PCR. Los investigadores detectaron ARN de COVID-19 en el lavado broncoalveolar (14 de 15 muestras; 93%), esputo (72 de 104; 72%), hisopos nasales (5 de 8; 63%), biopsia pulmonar (6 de 13; 46%), frotis de orofaringe (126 de 398; 32%), heces (44 de 153; 29%) y sangre (3 de 307; 1%). Todas las 72 muestras de orina dieron negativo(27). La prueba de ácido nucleico viral mediante el ensayo de RT-PCR desempeña un papel vital en la determinación de la hospitalización y el aislamiento de pacientes individuales. Sin embargo, su falta de sensibilidad, estabilidad insuficiente y tiempo de procesamiento relativamente largo son perjudiciales para el

control de la epidemia de la enfermedad. Por lo que varios estudios concuerdan que la TAC de tórax puede considerarse como una herramienta principal para la detección actual de COVID-19 en áreas epidémicas, en pacientes con características clínicas y epidemiológicas compatibles con la infección por COVID-19, particularmente cuando las pruebas de RT-PCR son negativas(28)

### **Ensayo de anticuerpos serológicos**

Las pruebas serológicas pueden ser un enfoque en la vigilancia de COVID-19. Dado que la positividad tarda de 1 a 2 semanas después del inicio de la infección. La seroconversión apareció secuencialmente para el anticuerpo total (Ab), IgM y luego IgG, con una mediana de tiempo de 11, 12 y 14 días, respectivamente. Además, la presencia de anticuerpos fue <40% entre los pacientes en la primera semana de la enfermedad, y luego aumentó rápidamente a 100,0%, 94,3% y 79,8%, respectivamente, desde el día 15 después del inicio. Esto puede concluir que el anticuerpo total es más sensible que IgM e IgG para detectar la infección por SARS-CoV-2. En contraste, la tasa positiva de ARN disminuyó del 66,7% en las muestras recolectadas antes del día 7 al 45,5% durante los días 15 a 39.

Por lo tanto, la detección de anticuerpos puede ser un complemento esencial para la detección de ARN durante el curso de la enfermedad. Probablemente, la combinación de detecciones de ARN y anticuerpos puede mejorar significativamente la sensibilidad del diagnóstico patogénico para pacientes con COVID-19 ( $p < 0,001$ ), incluso en la fase inicial de 1 semana desde el inicio. Además, los resultados revelaron una correlación entre la gravedad clínica y el título de anticuerpos desde 2 semanas después del inicio de la enfermedad, ya que un título más alto de Ab se asoció de forma independiente con un peor resultado clínico.

### **ESTUDIOS DE IMAGEN**

Si bien la prueba rT-PCR juega un papel crucial en el diagnóstico de COVID-19, se han registrado resultados falsos negativos en el diagnóstico inicial, lo que destaca la importancia de reclutar técnicas adicionales en los criterios de diagnóstico y

manejo. Las imágenes torácicas, ya sea con radiografía de tórax (CXR) o tomografía computarizada (TC), son una parte esencial de la ruta de diagnóstico de la enfermedad por COVID-19 en pacientes ingresados en el hospital con fiebre o síntomas respiratorios.

### **TC Tórax simple**

La sensibilidad de la TC para diagnosticar la neumonía por COVID-19 es del 97%, considerando los resultados de las pruebas rT-PCR como estándar de oro (26). A pesar de la posible falta de especificidad de los hallazgos de la TC relacionados con la neumonía por COVID-19, la contingencia epidémica específica hace que la TC sea una herramienta precisa para estratificar pacientes basados en patrones de imagen, prediciendo malos resultados y la necesidad de ventilación. Sin embargo, el uso de la tomografía computarizada en el contexto de la pandemia de COVID-19 depende estrictamente de los recursos y la experiencia locales(29).

Anomalías en la TC de tórax: Los datos sobre el tiempo entre el inicio de los síntomas y la 1ª TC no estaban disponibles para todos los estudios, por lo que se calculó un intervalo de tiempo estimado entre 1 y 14 días. Los hallazgos de TC de tórax descritos con mayor frecuencia asociados con la neumonía por COVID-19 fueron: opacidad en vidrio deslustrado aislado (ground-glass opacity; GGO), seguido de consolidaciones y GGO en combinación con opacidades consolidativas; la distribución predominante fue bilateral, periférico, subpleural y de los lóbulos inferiores. Entre todas las alteraciones de la TC analizadas, la presencia del broncograma aéreo fue identificada en pocos estudios, resultando en porcentajes de hasta el 80% con un intervalo entre el 8% y el 80%. Se encontraron resultados heterogéneos en los trabajos que describen el patrón de “pavimento loco”, que mostró valores muy grandes que van del 5% al 75% y un patrón de engrosamiento o reticulación intersticial con un rango del 17,5% al 81,8%. Otro resultado que mostró valores diversificados fue la afectación pleural con valores que van del 8,4% al 56,5%.

Según los estudios revisados, rara vez se mostraron linfadenopatía y derrame pleural. La neumonía COVID-19 tiene más probabilidades que la neumonía no COVID-19 de tener una distribución periférica (80% frente a 57%), opacidad en vidrio deslustrado (91% frente a 68%), opacidad reticular fina (56% frente a 22%) engrosamiento vascular (59% vs 22%) y signo del halo inverso (5% vs 1%). Sin embargo, es menos probable que tenga una distribución central y periférica (14% vs 35%), broncograma aéreo (14% vs 23%), engrosamiento pleural (15% vs 33%,  $p < 0,001$ ), derrame pleural (4 % vs 39%) y linfadenopatía (3% vs 10%)(30).

Los hallazgos tomográficos en pacientes con COVID-19 se han clasificado en: típicos, es decir, que hay opacidades múltiples en vidrio esmerilado de distribución periférica y basal, engrosamiento vascular, patrón empedrado o adoquín desordenado (crazy paving); hallazgos atípicos, es decir, opacidades en vidrio despulido parahiliares, apicales y linfadenopatía y hallazgos muy atípicos, o en otras palabras, cavitaciones, calcificaciones, patrón nodular, árbol en gemación, masas y engrosamiento pleural.

<b>CLASIFICACION CO-RADS</b>		
<b>CLASIFICACION</b>	<b>SOSPECHA</b>	<b>HALLAZGOS TOMOGRÁFICOS</b>
<b>CO-RADS 1</b>	No	Normal o sin anomalías infecciosas
<b>CO-RADS 2</b>	Baja	Anormalidades consistentes con infecciones no COVID-19
<b>CO-RADS 3</b>	Indeterminada	Indeterminado, no concluyente
<b>CO-RADS 4</b>	Alta	Anormalidades sospechosas de COVID19
<b>CO-RADS 5</b>	Muy Alta	Hallazgos típicos de COVID-19
<b>CO-RADS 6</b>	rT-PCR positiva	

Tabla 1. Nivel de sospecha por puntaje CO-RADs según hallazgos tomográficos

Con base en ello, surgió la clasificación CO-RADS, la cual es un sistema de notificación estandarizado para pacientes con sospecha de infección por COVID-19; ésta asigna un nivel de sospecha para la enfermedad según los hallazgos encontrados en la imagen por TC. Éstos van desde muy bajo, CO-RADS 1, hasta

muy alto, CO-RADS 5, y CO-RADS 6 que corresponde a pacientes con hallazgos típicos y PCR positivo(31).

Existen varias escalas de severidad tomográfica propuestas a nivel mundial para la valoración de la severidad de neumonía por COVID-19. Entre estas se encuentra la Escala de Severidad Total del inglés “*total severity score (TSS)*”, en la cual cada uno de los 5 lobulos pulmonares fue evaluado por porcentaje de afectación lobar y clasificada como ninguno ( afectación 0%), minimo (afectación 1-25%), leve (26-50%), moderado (51-75%) o severo (76-100%), con lo que corresponde a un puntaje de 0,1,2,3 y 4 respectivamente, con un rango de puntaje de 0 a 20(32). Recientemente el departamento de imagenologia del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER) “Ismael Cosío Villegas” propone una escala para la evaluación de la severidad de la enfermedad por TC, consistiendo en una valoración semicuantitativa de la extensión de las lesiones por lóbulos pulmonares. Si estos se encontraban afectados en  $\leq 5\%$ , se le otorgo puntaje de 1, si  $>5\%$ -25% puntaje 2,  $>25\%$ -50% de 3,  $>50\%$ -75% de 4 y si  $>75\%$  de 5, con un rango de 0 a 25puntos, entendiendo la siguiente interpretación: Afectación leve si 1-5puntos, Moderada 6-15puntos y severa si  $>15$ puntos.

También se propuso una valoración cualitativa del aspecto y la atenuación de las lesiones pulmonares, aquellas lesiones con patrón predominante en vidrio deslustrado se les asigno la categoría A, aquellas con patrón predominante de empedrado como categoría B y por ultimo aquellas con predominio de consolidación como categoría C, orientando la fase de la enfermedad.

### **Ultrasonido Pulmonar (LUS; Lung UltraSound)**

La ecografía pulmonar a la cabecera es una herramienta de diagnóstico ampliamente disponible, complementario al examen físico, que puede proporcionar una gran cantidad de información diagnóstica en varias enfermedades respiratorias y entornos. En manos de médicos experimentados, la precisión del diagnóstico de LUS para la neumonía bacteriana es similar a la TC de tórax. Las anomalías pulmonares relacionadas con la neumonía por COVID-19 a menudo se localizan en las regiones subpleurales del pulmón, lo que aumenta la probabilidad de insonación

durante los exámenes de ultrasonido. Según lo informado por pequeños estudios de series casos, la neumonía COVID-19 puede asociarse con líneas B multifocales, consolidaciones subpleurales bilaterales y engrosamiento pleural, que reflejan anomalías detectables en la TC de tórax.

#### *Aspectos básicos de LUS: artefactos*

Las imágenes que se producen por parte de la reflexión y la reverberación de los ecos sobre las interfaces de los tejidos, se denominan artefactos. El LUS revela numerosos artefactos que los médicos reconocen y evalúan como parte de su diagnóstico.

Las más importantes son las siguientes:

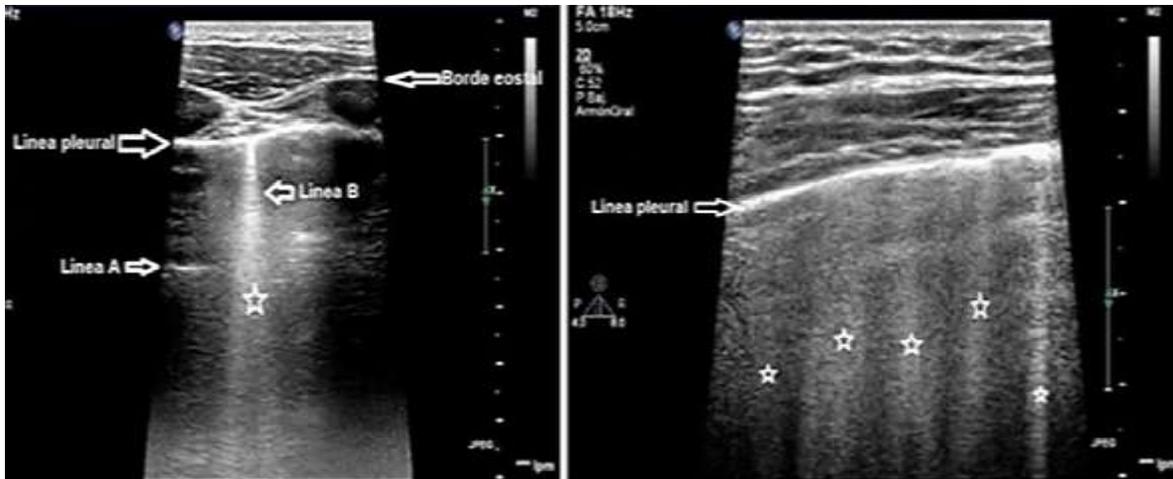
Las líneas A: son líneas inmóviles, hiperecogénicas, horizontales y paralelas que se sitúan a una distancia equidistante de la que existe entre el transductor y la línea pleural. Corresponden a artefactos de reverberación normales de la pleura.

Las líneas B: son artefactos lineales verticales hiperecogénicos, que surgen de las líneas pleurales y se extienden hasta el final de la pantalla, se mueven sincrónicamente con el deslizamiento pleural, probablemente representando reverberaciones de ultrasonido generadas por los tabiques interlobulillares engrosados y otras estructuras subpleurales (33,34).

Las líneas C: son líneas hiperecogénicas verticales que se sitúan a una distancia que no es equidistante o múltiplo de la que existe entre el transductor y la línea pleural, no tienen significado clínico.

Las líneas E: son líneas hiperecogénicas verticales que se inician en la pared torácica (a diferencia de las líneas B que parten de la línea pleural). Se producen cuando existe enfisema subcutáneo.

Las líneas Z: son líneas hiperecogénicas verticales que se inician en la pleura pero que NO alcanzan el final de la pantalla, poco definidas(35).



**Figure 3.** Se puede observar la presencia de línea A hiperecogénica y paralela a la línea pleural. Así como la presencia de línea B única que sale de la línea pleural y atraviesa la línea A borrándola. Se observan las líneas B señaladas por una estrella. Tomado de Fraile V, Ayuela J, Pérez D, Zapata L, Rodríguez A et al. Ecografía en el manejo del paciente crítico con infección por SARS-CoV-2 (COVID-19): una revisión narrativa. Med intensiva. 2020

### *Signos en Ecografía pulmonar*

Signo del deslizamiento pleural (sliding sign): imagen en modo real del movimiento de la pleura visceral sobre la parietal.

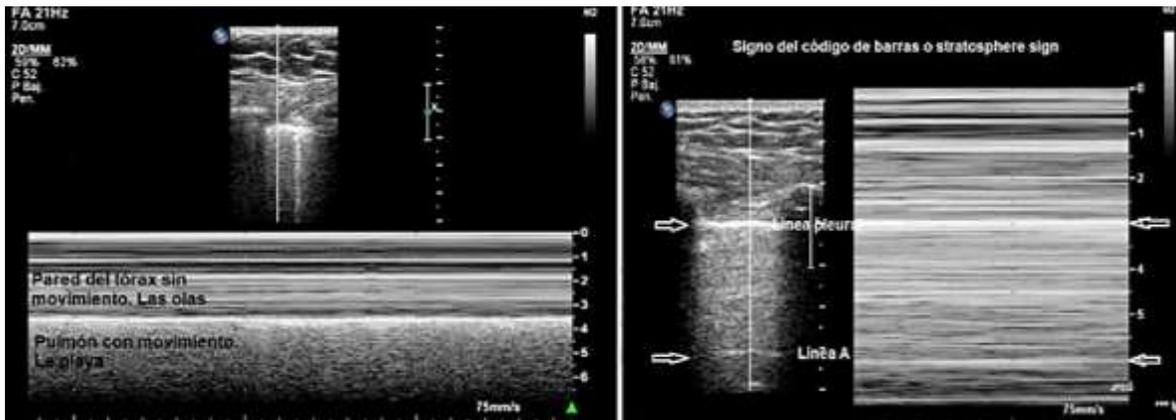
Signo de la orilla (Seashore sign): en modo M se distinguen 2 zonas bien diferenciadas. La parte superior, que corresponde a la pared torácica, formada por líneas horizontales paralelas. La parte inferior, desde la pleura, de aspecto granulado, como arena de playa.

Signo de la medusa (jellyfish sign) o de la lengua ( tongue-like sign): se corresponde con una atelectasia completa del lóbulo pulmonar (generalmente inferior) que “flota” sobre un derrame pleural masivo.

Signo de la estratosfera (stratosphere sign) o del código de barras (bar code sign): en modo M solo se visualizan líneas horizontales paralelas.

Signo broncograma aéreo: son líneas y puntos hiperecócicos dentro de un área hipoeecóica, que se cree representan aire atrapado en pequeñas vías respiratorias dentro de una consolidación. Los broncogramas aéreos se dividen en dos tipos: dinámicos y estáticos. Si los broncogramas son móviles, se consideran broncogramas aéreos dinámicos y se cree que son patognomónicos de neumonía.

Si los broncogramas están inmóviles, se denominan broncogramas aéreos estáticos que se pueden ver tanto en atelectasias como en neumonía(35).



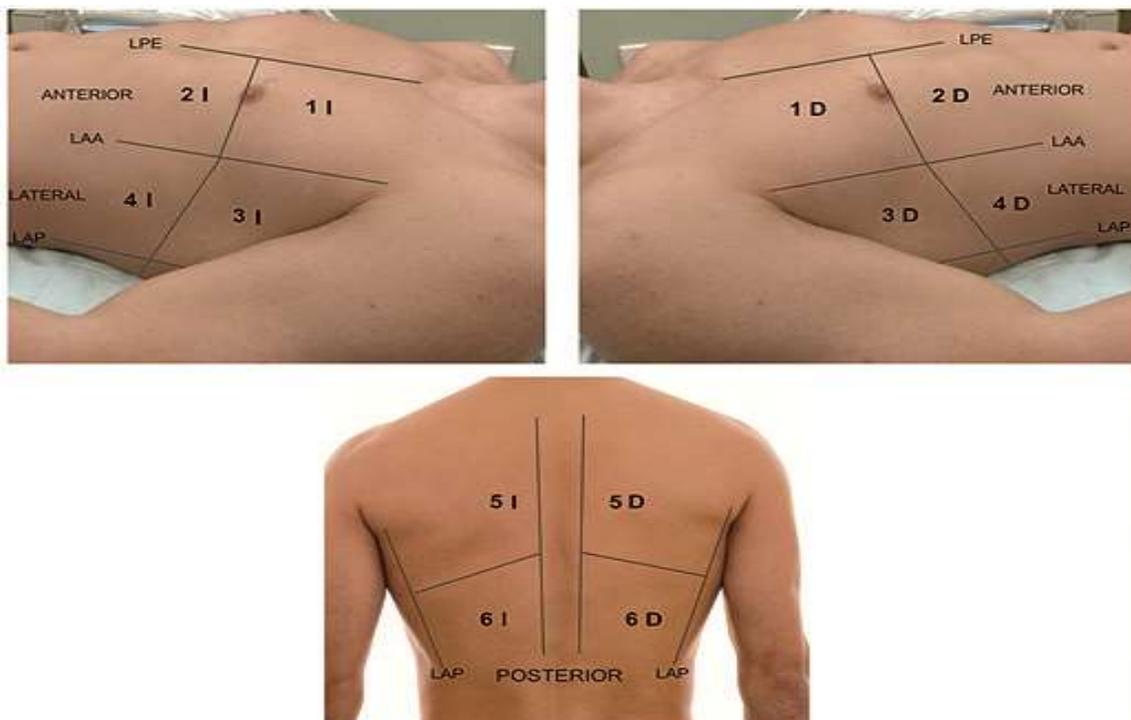
**Figure 4.** Imagen de ecografía pleural con patrón de aireación normal que indica que el pulmón está insuflado (signo de la playa). Imagen de ecografía pleural con signo de código de barras que indica que el pulmón no está insuflado, Tomado de Fraile V, Ayuela J, Pérez D, Zapata L, Rodríguez A et al. Ecografía en el manejo del paciente crítico con infección por SARS-CoV-2 (COVID-19): una revisión narrativa. Med intensiva. 2020

Múltiples líneas B se consideran el signo ecográfico del síndrome intersticial pulmonar si hay presencia de dos o más regiones positivas bilateralmente, y su número aumenta junto con la disminución del contenido de aire y el aumento de la densidad pulmonar. Un patrón bilateral no homogéneo de múltiples líneas B coalescentes y pulmón blanco, a veces con áreas libres dispersas, caracteriza al SDRA(36,37). Las consolidaciones periféricas pulmonares son regiones subpleurales ecopobres o regiones con ecotextura tisular, con o sin broncograma aéreo o líquido(33). Las consolidaciones asociadas con las líneas B son patrones ecográficos característicos que se observan en pacientes con SDRA(33).

#### *Aspectos técnicos*

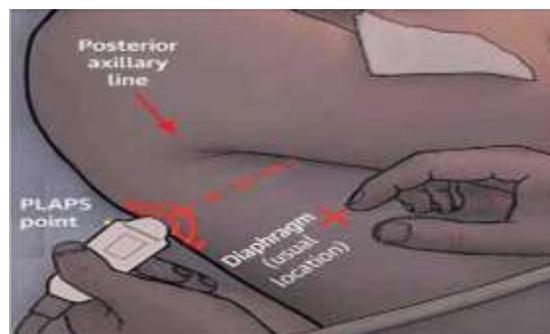
La exploración se realiza en la posición de decúbito supino, dividiendo cada hemitórax en cuadrantes (38). Los artículos que evalúan la utilidad de valorar diferentes patrones ecográficos de aireación del pulmón para obtener una puntuación analizan seis áreas en cada hemitórax delimitadas por tres líneas longitudinales, Línea paraesternal (LPE) que va de la clavícula al diafragma, línea axilar anterior (LAA) y línea axilar posterior (LAP) como referencias anatómicas que

delimitan tres áreas diferentes: anterior (uno y dos), lateral (tres y cuatro) y posterior (cinco y seis). Trazando una línea transversal a nivel de la mamila, estas áreas se dividen en superior e inferior (figura 5). De esta forma se establecen seis zonas de exploración para analizar las regiones cuando se realiza de forma estandarizada y que, en un estudio realizado por Cox et al. (39) ha demostrado no ser inferior a los protocolos que utilizan más cuadrantes (33,39). El derrame pleural (DP) y la presencia de consolidación se analizan en la zona seis o equivalente al punto PLAPS (posterolateral alveolar and/or pleural syndrome) del protocolo BLUE (figura 6) (38).



**Figure 5.** Imagen de seis áreas de exploración estandarizada para la realización y análisis de ultrasonografía pulmonar. Tomado de Acosta CM, Acosta AI, Tusman G. Ultrasonido pulmonar en el manejo del paciente crítico. *Conceptos básicos y aplicaciones. Rev Chil Anest* 2020;49:640-667

Para una mejor visualización de la línea pleural, deberá realizarse con transductor lineal y/o colocar el foco a nivel de la misma.

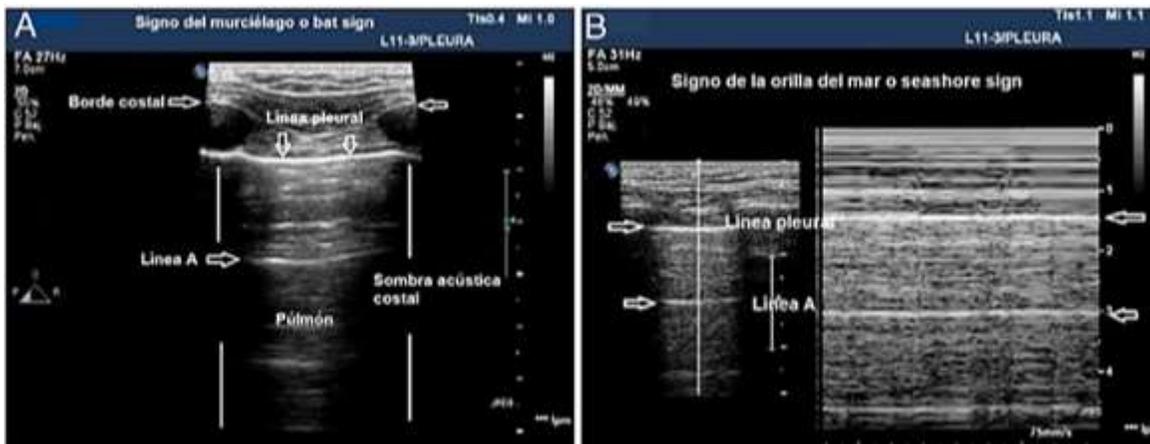


**Figure 6.** Localización del punto PLAPS, visualización de áreas posteriores. Tomado de . Monkey EM. Ubicación del punto PLAPS [Internet]. 2020 [citado 1 agosto 2020].

### Patrones de LUS correspondientes a diferentes grados de aireación.

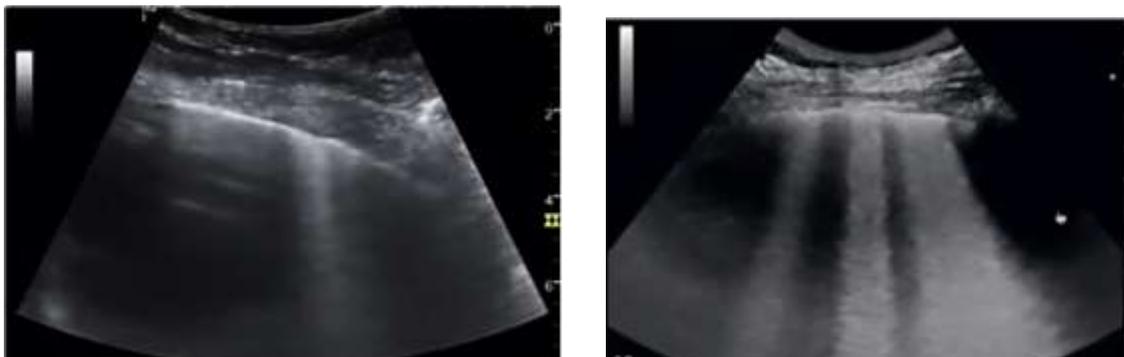
Debido a que los artefactos horizontales y verticales del LUS (líneas A y líneas B) están determinados por el nivel de aireación, la reaireación pulmonar puede evaluarse mediante el seguimiento de los cambios del LUS. Cuatro patrones LUS, correspondientes a una pérdida creciente de aireación, pueden usarse para monitorear la aireación pulmonar semicuantitativamente:

- Patrón A (aireación normal). Línea pleural con deslizamiento conservado, presencia de artefactos horizontales líneas A y/o  $\leq 2$  líneas B bien espaciadas.



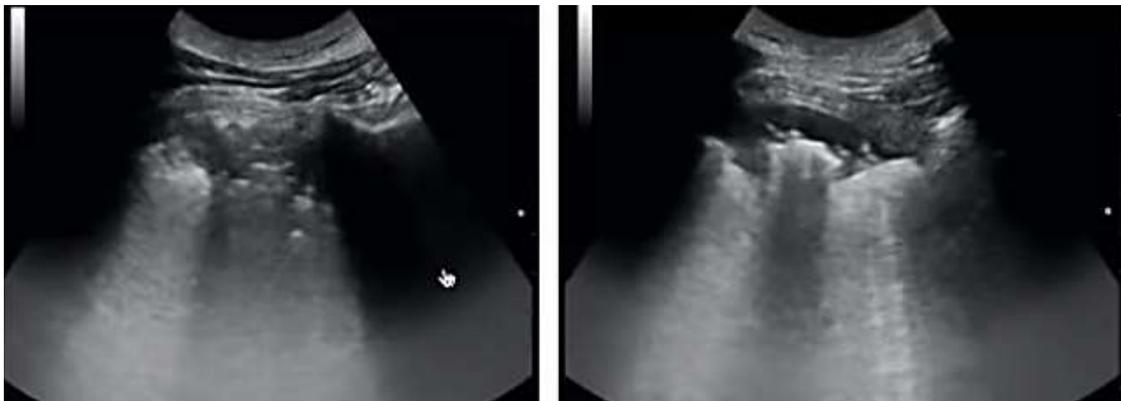
**Figure 7.** Imagen A signo del murciélago. Imagen B Patrón de aireación normal en modo M. Tomado de Fraile V, Ayuela J, Pérez D, Zapata L, Rodríguez A et al. Ecografía en el manejo del paciente crítico con infección por SARS-CoV-2 (COVID-19): una revisión narrativa. Med intensiva. 2020

- Patrón B1 (perdida aireación moderada): Presencia de más de dos líneas B bien definidas, difusas en las distintas áreas del tórax o regularmente espaciadas  $>7\text{mm}$ . Corresponde a edema intersticial.



**Figure 8.** Imagen de un pulmón con pérdida de la aireación. Del lado izquierdo observamos el patrón B1 y del lado derecho el patrón B2.

- Patrón B2 (pérdida aireación severa): múltiples líneas B confluentes, separadas entre ellas por  $\leq 3$  mm. Corresponde a una disminución más severa de la aireación pulmonar resultante del llenado parcial de los espacios alveolares por edema pulmonar o bronconeumonía confluyente(40,41);
- Patrón C (consolidación pulmonar): sugiere pérdida completa de aireación. Se observa como patrón “tisular”, por la similitud al del tejido de órganos sólidos como el hígado, y la presencia de “broncograma aéreo y alveolograma aéreo”, que representan aire en el interior de los bronquios o alveolos rodeados del pulmón consolidado y se manifiestan como imágenes hiperecogénicas puntiformes o lineales, en función de su corte” transversal u horizontal. La consolidación puede detectarse en cualquier punto del hemitórax, pero la aplicación del transductor en el punto PLAPS detecta el 95% de los casos (42).



**Figure 9.** Se observa un patrón C, con pérdida de la aireación completa, patrón tisular y presencia e broncograma aéreo.

### Sistemas de puntuación para la monitorización de la aireación pulmonar

En la práctica clínica, especialmente en el entorno de cuidados intensivos, se han propuesto varios sistemas de puntuación para cuantificar la extensión de la afectación pulmonar, en función del número de zonas de la pared torácica utilizadas en cada sistema: 4 zonas, 6 zonas, 8 zonas. Los métodos de 12 y 14 zonas se adoptan principalmente en entornos de cuidados intensivos(43). Con el sistema de

puntuación de 4, 6 u 8 zonas, las líneas B se cuentan en múltiples espacios intercostales a lo largo del tórax, y la presencia de tres o más líneas B en un solo espacio intercostal se define como la "Patrón B". De manera diferente, con el sistema de puntuación de 12 y 14 zonas, se asigna una puntuación acorde al número Líneas B visualizadas en cada área evaluada, así como la presencia o no de consolidación pulmonar(44). Mientras que los artefactos de reverberación horizontal (líneas A) indican un patrón normal, los artefactos verticales en forma de láser (líneas B) aparecen cuando la relación entre el aire y el agua es anormal. La cantidad se correlaciona con el agua pulmonar extravascular (EVLW) (45) y la densidad pulmonar, in vivo e in vitro (46,47).

Por lo tanto, se ha propuesto una puntuación LUS (LUSS; Lung UltraSound Score) que identifica cuatro pasos progresivos de pérdida de aireación para la semicuantificación de la aireación y reaireación pulmonar, asignando puntuaciones de 0 a 3 en 12 áreas pulmonares visualizadas en la exploración longitudinal (dirección cráneo-caudal) (40,41,48).

Existen 4 scores semicuantitativos que evalúan el grado de aireación pulmonar 1) número máximo de líneas B detectadas (nLUSS), 2) porcentaje visual del área pulmonar ocupada por líneas B (% LUSS) , 3) coalescencia de la línea B (cLUSS), 4) puntuación de coalescencia de la línea B modificada (qLUSS), y un método reciente cuantitativo: 5) puntuación asistida por computadora (QLUSS). Los más usados son:

- El *cLUSS (Lung Ultrasound coalescence score- traditional)*, la aireación regional de cada región examinada se califica entre 0 y 3, dependiendo de la cantidad de pérdida de aireación, con 0 correspondiente a las líneas A o <2 líneas B, puntuación de 1 a  $\geq 3$  para líneas B espaciadas, la puntuación 2 para las líneas B coalescentes y la puntuación 3 corresponde a la presencia de un patrón similar a un tejido.
- El *qLUSS (Lung Ultrasound quantitative score- the new modified score)*, las líneas B coalescentes se puntuaron con 1 si ocupaban  $\leq 50\%$  y 2 cuando  $> 50\%$

del espacio intercostal. La puntuación 3 corresponde a la presencia de patrón tisular/ consolidación.

De los diferentes score antes mencionados, se demostró que existe una fuerte asociación entre QLUSS con EVLW por termodilución, seguida de qLUSS y %LUSS(47).

#### Hallazgos por ultrasonografía en COVID-19

Los signos ecográficos de interés en COVID-19 incluyen todos los que son bien conocidos en SDRA. Estos son los Líneas B en varias formas, tanto separadas como coalescentes, aspecto irregular o fragmentado de la línea pleural, y pequeñas consolidaciones periféricas.

1. Engrosamiento de la línea pleural con irregularidad de la línea pleural;
2. Líneas B en una variedad de patrones que incluyen focales, multifocales y confluentes;
3. Consolidaciones en una variedad de patrones, incluido multifocal, pequeño, no translobar y translobar con broncogramas aéreos móviles ocasionales;
4. Aparición de líneas A durante la fase de recuperación;
5. Los derrames pleurales son infrecuentes(49,50).

Sin embargo, en el diagnóstico de COVID-19 algunas especificidades deben ser consideradas, explicadas por Volpicelli y Gargani 2020(51):

Líneas B. Las líneas B en la neumonía COVID-19 se visualizan en todas sus formas posibles. Podemos describir la neumonía COVID-19 como una tormenta de grupos de líneas B, tanto en formas separadas como coalescentes, que a veces dan la apariencia de un pulmón blanco brillante. Pueden surgir de un punto de la línea pleural y de pequeñas consolidaciones periféricas y extenderse hacia abajo como rayos manteniendo su brillo hasta el borde de la pantalla sin desvanecerse. Estos artefactos representan los signos típicos de la enfermedad, pero también se pueden observar en otras enfermedades intersticiales de diversas etiologías. Sin embargo,

estamos observando que un aspecto peculiar de estos artefactos se visualiza invariablemente en las primeras fases de la neumonía COVID-19.

Es un artefacto brillante en forma de banda que se extiende hacia abajo desde una gran parte de una línea pleural regular, que a menudo aparece y desaparece con un efecto on-off en el contexto de un patrón pulmonar normal de líneas A visible en el fondo. Este signo es demostrativo de una fase muy aguda de las lesiones de GGO durante la diseminación temprana de la enfermedad activa, cuando áreas limitadas de lesiones se alternan con parénquima pulmonar preservado. Otros autores llamaron a este signo "cascada", sin caracterizar más eso (49). No diferenciaron este artefacto vertical de otros signos menos específicos, como las líneas B coalescentes que surgen de las consolidaciones periféricas o de una línea pleural muy irregular. Creemos que el nombre "haz de luz" puede describir bien este artefacto, como un gran haz de luz que a veces aparece y desaparece durante la respiración. La identificación de este signo en forma de banda como el que surge de una gran parte de una línea pleural regular ayuda a caracterizar el patrón LUS.

Todos los signos de LUS de la neumonía COVID-19, incluido el haz de luz, se pueden observar en una variedad de afecciones pulmonares diferentes. Sin embargo, lo que le da especificidad a LUS es la distribución del patrón y el medio epidemiológico actual. La distribución bilateral en parches de grupos multiformes, donde todos estos signos están representados y se alternan bruscamente con "áreas libres", es típica de la enfermedad. Incluido en los grupos, la evidencia del haz de luz es crucial para asignar un diagnóstico de alta probabilidad.

Cualquier otra combinación de signos debe considerarse con probabilidad intermedia y debe exigir más pruebas. Finalmente, algunos patrones permiten descartar la enfermedad y orientarse hacia diagnósticos alternativos. Por ejemplo, una línea pleural regular con una distribución más uniforme, simétrica y relacionada con la gravedad de las líneas B con una correlación más fuerte con la gravedad de la disnea, es típica del edema pulmonar cardiogénico (36,52). Las irregularidades difusas de la línea pleural sin la distribución en parches típica, son más típicas de

las enfermedades pulmonares intersticiales difusas crónicas, como la fibrosis. La consolidación lobular grande aislada con o sin derrame y con broncogramas aéreos dinámicos indica infección bacteriana. Gran derrame pleural con consolidación atelectásica de la base del pulmón y signos de reclutamiento periférico durante la inspiración sugieren un origen compresivo de la afección pulmonar(44).

Recientemente, un consenso italiano propuso una estandarización para el uso internacional de LUS en el manejo de pacientes con COVID-19 para usar una terminología bien validada relacionada con artefactos de imagen y adoptar estándares clínicos objetivos para la interpretación de características de imagen(53). En este estudio se proponen escanear catorce áreas (3 posteriores, 2 laterales y 2 anteriores) por paciente durante 10 segundos, según las líneas indicadas en el protocolo. Las exploraciones deben ser intercostales para cubrir la superficie más amplia posible con una sola exploración.

La secuencia estándar de evaluaciones, utilizando puntos de referencia en las líneas anatómicas del tórax se pueden identificar con numeración progresiva a partir de las regiones basales posteriores derechas, en un paciente capaz de mantener la posición sentada. Las exploraciones ecográficas se pueden identificar con numeración progresiva a partir de las regiones basales posteriores derechas. Para un paciente capaz de mantener la posición sentada(53):

1. Basal derecho en la línea paravertebral por encima del signo de la cortina;
2. Medio derecho en la línea paravertebral en el ángulo inferior del omóplato;
3. Superior derecho en la línea paravertebral en la columna del omóplato;
4. Basal izquierdo en la línea paravertebral por encima del signo de la cortina;
5. Medio izquierdo en la línea paravertebral en la parte inferior ángulo del omóplato;
6. Parte superior izquierda en la línea paravertebral en la columna del omóplato;
7. Basal derecha en la línea axilar media debajo de la línea entre pezones
8. Parte superior derecha en la línea axilar media por encima de la línea entre los pezones;

9. Basal izquierdo en la línea axilar media debajo de la línea entre los pezones;

10. Superior

izquierdo en la línea axilar media por encima de la línea entre los pezones;

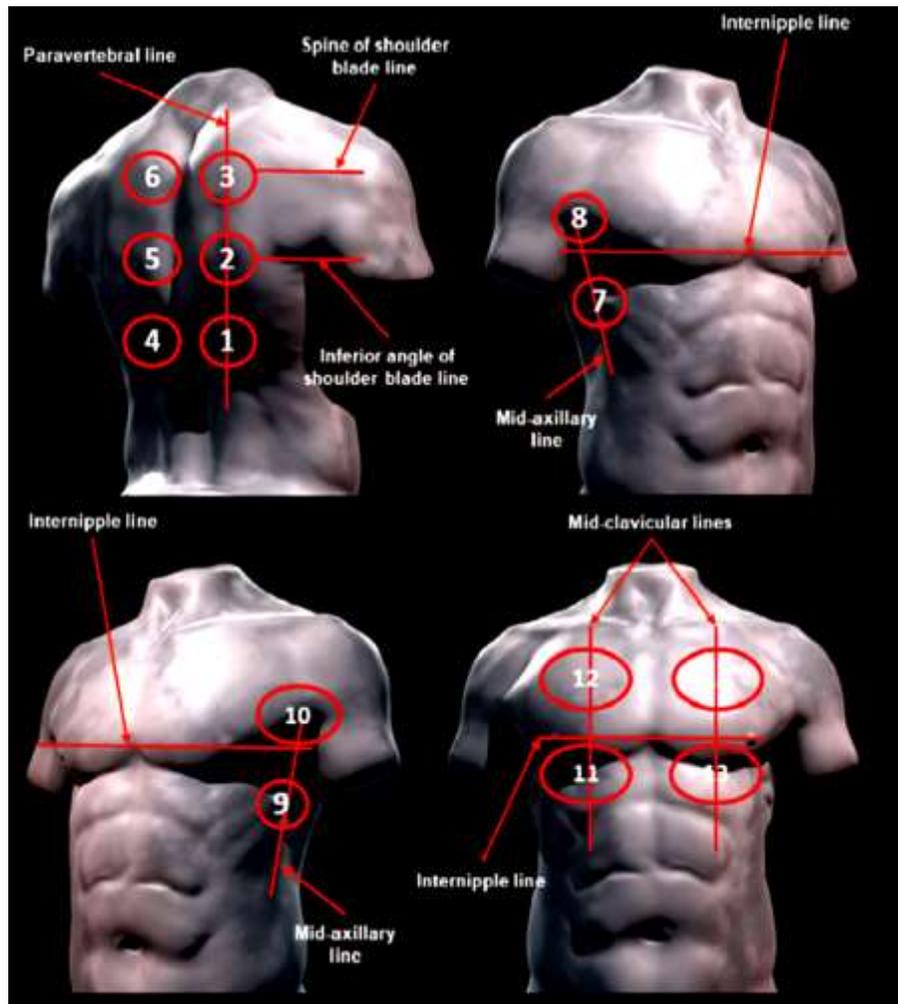
11. Basal

derecho en la línea medio clavicular por debajo de la línea entre los pezones;

12. Parte superior derecha en la línea medio clavicular por encima de la línea entre los pezones;

13. Basal izquierdo en la línea medioclavicular por debajo de la línea entre los pezones; y

14. Parte superior izquierda en la línea medioclavicular por encima de la línea entre los pezones.



**Figure 9.** Representación esquemática de los puntos de referencia de adquisición en las líneas anatómicas del tórax. Tomado de Soldati et al. Lung US Acquisition Protocol and Scoring for COVID-19.

Sin embargo en pacientes críticos que se encuentran en posición supino por uso de ventilación mecánica invasiva y sedación, se deberá intentar en la medida de lo posible las áreas posteriores, o en su defecto, iniciar la evaluación en el punto 7.

Así mismo, se hace notar que no se especifica cómo y hasta donde realizar la evaluación en pacientes en posición prono. La forma de puntuación para cada área es la siguiente:

- Puntuación 0: la línea pleural es continua y regular. Hay artefactos horizontales presentes. Estos artefactos se denominan generalmente líneas A. Se deben a la alta reflectividad de la superficie pulmonar normalmente aireada.
- Puntuación 1: la línea pleural esta dentada/ mellada/ irregular. Debajo de la irregularidad, se ven áreas verticales de color blanco. Éstos se deben a alteraciones locales en las propiedades acústicas del pulmón, como por ejemplo, la sustitución de volúmenes previamente ocupados por aire a favor de medios acústicamente mucho más similares al tejido intercostal (agua, sangre y tejido).
- Puntuación 2: la línea pleural está rota. Debajo del punto de ruptura, aparecen áreas consolidadas de pequeñas a grandes (áreas más oscuras) con áreas asociadas de color blanco debajo del área consolidada (pulmón blanco). El oscurecimiento de las áreas consolidadas señala la pérdida de aireación y la transición de estas áreas hacia propiedades acústicas similares a los tejidos blandos en toda el área representada por la propia consolidación.
- Puntuación 3: el área escaneada muestra un pulmón blanco denso y en gran parte extendido con o sin consolidaciones más grandes.

Al final del procedimiento, el médico escribirá para cada área la puntuación más alta obtenida (p. Ej., Cuadrante 1, puntuación 2; cuadrante 10, puntuación 1; y así sucesivamente).

Sin embargo este último sistema presenta varias complicaciones en su realización, tanto como el hecho que está diseñada para pacientes en sedestación, sin una adecuada alternativa para pacientes en decúbito supino o prono, su tiempo largo de realización y el sistema de puntuación aun no validado, que realiza énfasis en anomalías de la línea pleural.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La enfermedad por Coronavirus 2019 (COVID-19) causada por el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARs-CoV-2) es una enfermedad altamente contagiosa declarada emergencia internacional el 30 de enero del 2020. A nivel mundial, se registran 267,844 casos nuevos por día, con una tasa de defunción de 6,424 por día. En México, el número de casos confirmados es de 579,914 por Covid-19 y al día 27 de agosto 2020, suman un total de 62,594 fallecimientos (52). En Agosto del 2020, Ecatepec de Morelos figuraba entre los 10 municipios con más tasa de contagios, confirmándose al 5 de agosto 6600 casos confirmados y 2778 defunciones. En el Hospital de Ecatepec “Las Américas” no se tienen registros de la incidencia o prevalencia de la enfermedad en nuestro hospital, sin embargo, es sabido con las áreas exclusivas para atención de esta patología, se encuentran sobrepasadas, abarcando más del 50% de la población del hospital.

En esta emergencia, la capacidad de confirmar rápidamente y caracterizar un caso sospechoso es fundamental, ya que permite protocolizar adecuadamente a los pacientes. Las imágenes torácicas, ya sea con radiografía de tórax (CXR) o tomografía computarizada (TC), son una parte esencial de la ruta de diagnóstico de la enfermedad por COVID-19 en pacientes ingresados en el hospital con fiebre o síntomas respiratorios. El estándar de Oro para diagnóstico de COVID-19 es la reacción en cadena de polimerasa con transcriptasa reversa (rT-PCR) de ácido nucleico del SARs-CoV-2, sin embargo, tiene muchas limitaciones, como su baja sensibilidad, el tiempo de espera para recabar el resultado definitivo, y las dificultades técnicas para la realización de la prueba por disponibilidad del equipo técnico para su obtención, lo que hace poco factible como herramienta de screening.

El uso de la TC de tórax sigue siendo muy limitado debido a algunos inconvenientes notables. En el caso de enfermedades leves, la exposición a la radiación, el uso excesivo de los recursos de atención médica o la imposibilidad de obtener una tomografía computarizada parecen eclipsar la necesidad. En los enfermos críticos, la seguridad de transferir pacientes para una tomografía computarizada sigue

siendo incierto tanto a nivel individual como colectivo, además que conlleva a un mayor consumo de recursos materiales y humanos. Por lo que se destaca la necesidad de modalidades alternativas para caracterizar rápidamente a los pacientes. La ecografía pulmonar tiene una alta precisión diagnóstica para el síndrome intersticial y la consolidación alveolar, que es superior a la radiografía de tórax(30,32,33), resultando ser a la cabecera del paciente, una herramienta de diagnóstico útil, asequible, fácil y ampliamente disponible, complementaria al examen físico, que puede proporcionar una gran cantidad de información diagnóstica en varias enfermedades respiratorias. Puede ser usada en el lugar de atención del paciente y ser útil tanto para diagnosticar como para monitorear a los pacientes con COVID-19. Las anomalías pulmonares relacionadas con la neumonía por COVID-19 a menudo se localizan en las regiones subpleurales del pulmón, lo que aumenta la probabilidad de insonación durante los exámenes de ultrasonido. Según lo informado por pequeños estudios de series de casos, la neumonía COVID-19 puede asociarse con líneas B multifocales, consolidaciones subpleurales bilaterales y engrosamiento pleural, que reflejan anomalías detectables en la TC de tórax(50,51,57).

Sin embargo, aún no se ha determinado una correlación de gravedad o asociación entre los hallazgos de LUS y los hallazgos de TAC torax simple en pacientes con neumonía por COVID-19, así como tampoco la sensibilidad y especificidad de esta herramienta como diagnóstica de Neumonía por COVID-19 bajo el contexto clínico de caso sospechoso con respecto a otros métodos diagnósticos tales como TAC torax y rT-PCR para COVID-19, teniendo aun un amplio campo de estudio en esta dirección. Por lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación:

“¿Existe una correlación entre los hallazgos de la ultrasonografía pulmonar vs los hallazgos de la tomografía simple de tórax para el diagnóstico de Neumonía por covid-19 en pacientes ingresados con la definición operacional de caso sospechoso COVID-19 en la unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Ecatepec, Las Américas?”

### **III. JUSTIFICACION**

La enfermedad por Coronavirus 2019 (COVID-19) causada por el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARs-CoV-2) es una enfermedad altamente contagiosa. En esta emergencia mundial, la capacidad de confirmar rápidamente y caracterizar un caso sospechoso, es indispensable para evitar la propagación social e implementar las medidas correctivas de contención correspondientes así como caracterización de gravedad de la enfermedad.

El uso de la TAC de tórax sigue siendo muy limitado debido a algunos inconvenientes notables. En el caso de enfermedades leves, la exposición a la radiación y en los enfermos críticos, la seguridad de transferir pacientes para una tomografía computarizada sigue siendo incierto tanto a nivel individual como colectivo, además que conlleva a un mayor consumo de recursos materiales y humanos, en ambos casos la imposibilidad de obtener una tomografía computarizada parecen eclipsar el apoyo de la herramienta de imagen diagnóstica.

Así mismo, bajo la definición operacional de caso sospechoso de COVID-19 resulta fundamental poder lograr llegar al diagnóstico de una forma segura que no implique movilización del paciente, ya que puede conllevar tanto para el paciente, como para el personal de salud mayor riesgo de exposición y propagación si no se realiza de forma adecuada, además de incrementar los costes hospitalarios por mayor material de sanitización e incremento en el número de personal que requiera el equipo de protección personal.

Por lo expuesto anteriormente, el uso de ultrasonografía pulmonar durante la actual pandemia de la enfermedad por COVID-19, podría reducir los traslados hospitalarios, la exposición de los trabajadores de la salud y el riesgo de contaminación de los dispositivos médicos. Resulta conveniente utilizar dispositivos de ultrasonido portátiles (de mano) y semiportátiles, para el examen de LUS en pacientes con COVID-19 ya que son más fáciles de transportar para los exámenes

de cabecera y se pueden desinfectar y proteger fácilmente (utilizando una lámina de plástico, por ejemplo).

Por lo tanto, se hace énfasis en la necesidad de modalidades alternativas para caracterizar rápidamente a nuestros pacientes, siendo la ultrasonografía pulmonar la mejor opción. Siendo este protocolo una herramienta de investigación que podría contribuir a caracterizar la enfermedad en nuestra población y a ser del USG una herramienta diagnóstica en el contexto clínico adecuado.

#### **IV. HIPOTESIS**

Hipótesis de Investigación (Hi):

Existe una correlación entre los hallazgos de la ultrasonografía pulmonar vs los hallazgos de la tomografía simple de tórax para el diagnóstico de Neumonía por covid-19 en pacientes ingresados con la definición operacional de caso sospechoso COVID-19 en la unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Ecatepec, Las Américas.

Hipótesis Alterna (Ho):

No existe correlación entre los hallazgos de la ultrasonografía pulmonar vs los hallazgos de la tomografía simple de tórax para el diagnóstico de Neumonía por covid-19 en pacientes ingresados con la definición operacional de caso sospechoso COVID-19 en la unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Ecatepec, Las Américas.

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

1. Evaluar la correlación de los hallazgos encontrados en ultrasonografía pulmonar versus las características encontradas en la tomografía simple de tórax en pacientes con sospecha de neumonía por COVID-19

### **5.2 Objetivos Específicos**

1. Determinar la sensibilidad y especificidad de la ultrasonografía pulmonar como método diagnóstico para neumonía en pacientes con sospecha de infección por COVID-19.
2. Describir las lesiones tomográficas más frecuentes, el grado de sospecha tomográfica y la puntuación de severidad, en los pacientes sospechosos de COVID-19, en la unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Ecatepec
3. Reportar los hallazgos ultrasonográficos de las lesiones y el puntaje de aireación pulmonar, en pacientes sospechosos de COVID-19 en la unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Ecatepec
2. Presentar las características demográficas y de la evolución en el tiempo en los pacientes sospechosos de COVID-19 en la unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General de Ecatepec.

## **VI. MATERIALES Y METODOS**

### **6.1 Diseño del estudio**

Estudio descriptivo, transversal, prospectivo.

### **6.2 Universo de trabajo**

#### 6.2.1 Población de estudio

Pacientes Mexicanos internados en la Unidad de cuidados Intensivos en Hospital General de Ecatepec “Las Américas” Estado de México, mayores de 16 años que cumplan con la definición operacional de caso sospechoso de COVID-19 vigente al momento de la realización del estudio y que además, se les haya realizado ecografía pulmonar y Tomografía de tórax simple, inmediatamente previo ó posterior a la exploración con ultrasonido.

#### 6.2.3 Tamaño y tipo de muestreo.

Muestreo no probabilístico, consecutivo. Tamaño de la muestra a conveniencia

#### 6.2.2 Criterios de selección

##### 6.2.2.1 Criterios de inclusión:

- Todo paciente mexicano, igual o mayor de 16 años que ingrese a la unidad de Cuidados Intensivos y que cumpla con la definición operacional de caso sospechoso de covid-19 con infección respiratoria aguda grave
- Pacientes quien se les haya realizado ultrasonografía pulmonar inmediatamente previo o posterior a la toma de TAC simple de tórax

##### 7.2.2.2 Criterios de Exclusión

- Pacientes con fibrosis pulmonar previa
- Pacientes con Enfermedades Hematológicas o neoplasias pulmonares conocidas
- Pacientes con valoración ultrasonográfica pulmonar sin TAC de torax simple

### 6.2.2.3 Criterios de Eliminación

- Pacientes donde el tiempo entre la exploración por ultrasonografía pulmonar y la realización de Tomografía de torax simple sea mayor a 1 hora.
- Pacientes con dos rT-PCR negativas o con un CO-RADs menor de 3

### 6.3 Operacionalización de las Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo De Variable
<b>Caso sospechoso de COVID-19</b>		<p>Persona de cualquier edad que en los últimos 7 días haya presentado al menos dos de los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tos, Fiebre o Cefalea</li> </ul> <p>Acompañado de al menos uno de los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Disnea</li> <li>○ Artralgias</li> <li>○ Mialgias</li> <li>○ Odinofagia/ardor faríngeo</li> <li>○ Conjuntivitis</li> <li>○ Dolor torácico</li> </ul>	<p>1. Presente</p> <p>2. Ausente</p>	Cualitativa dicotómica
<b>Género</b>	Estatus biológico y características morfológicas de los individuos que los clasifica en hombres o mujeres	Datos obtenidos por inspección directa acorde a fenotipo, y de historia clínica en caso de transexualidad.	<p>1. Hombre</p> <p>2. Mujer</p>	Cualitativa dicotómica

<b>Edad</b>	Tiempo transcurrido en años cumplidos desde el nacimiento hasta la fecha de aplicación del estudio	Por interrogatorio directo/ indirecto o parte de la historia clínica, se clasificará en 7 intervalos de clase basados en la edad menor y mayor de la población de estudio.	Intervalos de clase de edad cumplida en años. 1) 16-24años 2) 25-33años 3) 34-43años 4) 44-52años 5) 61-70años 6) 71-79años 7) 80-89años	cuantitativa Discreta
<b>Comorbilidades</b>	Situación de padecer dos o más trastornos o enfermedades que ocurren en una persona en el mismo periodo de tiempo	Por interrogatorio directo/ indirecto o recabados de la historia clínica, se obtendrán las siguientes enfermedades de interés: a) Diabetes Mellitus b) Hipertension Arterial Cronica c) Enfermedad Renal Crónica d) Tabaquismo e) Enfermedad pulmonar obstructiva crónica f) Asma	1. Presente 2. Ausente	Cualitativa Dicotómica

		<p>g) Obesidad</p> <p>h) Cardiopatía</p> <p>i) Otras</p>		
<b>Clasificación CO-RADs</b>	<p>Sistema de notificación estandarizado para pacientes con sospecha de infección por COVID-19; ésta asigna un nivel de sospecha para la enfermedad según los hallazgos encontrados en la imagen por TC</p>	<p>CO-RADs 1. Hallazgos tomográficos sin anomalías infecciosas o TC normal.</p> <p>CO-RADs 2: Anormalidades consistentes con infecciones que no son COVID-19. No hay signos típicos de COVID-19. Sospecha baja.</p> <p>CO-RADs 3. Anormalidades compatibles con COVID-19, pero también para otras enfermedades.</p> <p>Sospecha indeterminada.</p> <p>CO-RADs 4. Lesiones sospechosas para COVID-19 pero no extremadamente típicas, como vidrio esmerilado unilateral, consolidaciones</p>	<p>1. CO-RADs 1</p> <p>2. CO-RADs 2</p> <p>3. CO-RADs 3</p> <p>4. CO-RADs 4</p> <p>5. CO-RADs 5</p> <p>6. CO-RADs 6</p>	<p>Cualitativa ordinal</p>

		<p>multifocales. Sospecha alta.</p> <p>CO-RADs 5. Lesiones típicas para COVID-19. Vidrio esmerilado multifocal y consolidación multifocal bilateral, engrosamiento vascular, bandas subpleurales con preferencia basal.</p> <p>Sospecha muy alta.</p> <p>CO-RADs 6. Lesiones típicas de COVID19 con rT-PCR positiva.</p>		
<p><b>Opacidad en vidrio deslustrado o esmerilado</b></p>	<p>Áreas de nebulosa causada por el llenado parcial de los espacios aéreos, el engrosamiento intersticial, colapso parcial de los alveolos y aumento de volumen de sangre capilar.</p>	<p>Áreas de atenuación pulmonar aumentada que aparecen como nebulosa del pulmón, con preservación de los márgenes bronquiales y vasculares.</p>	<p>1. Presente</p> <p>2. Ausente</p>	<p>Cualitativa</p> <p>Dicotómica</p>

<p><b>Patrón de pavimento loco ó empedrado</b></p>	<p>Afectación del compartimiento intersticial como del espacio aéreo.</p>	<p>Patrón lineal de engrosamiento de los septos interlobulares e intralobulares en un fondo de opacidad en vidrio esmerilado. Se asemeja a adoquines de forma irregular</p>	<p>1. Presente 2. Ausente</p>	<p>Cualitativa Dicotómica</p>
<p><b>consolidación</b></p>	<p>Presencia de exudado u otro producto de la enfermedad que reemplaza el aire alveolar, representando un pulmón sólido.</p>	<p>En la TC se considera consolidación si: homogéneo aumento de la atenuación del parénquima pulmonar que oscurece los márgenes de vasos y paredes de las vías respiratorias. Puede haber broncograma aéreo.</p>	<p>1. Presente 2. Ausente</p>	<p>Cualitativa Dicotómica</p>
<p><b>Puntuación de la severidad de la enfermedad por tomografía de tórax.</b></p>	<p>Grado de afectación pulmonar con un rango de punta del 0 al 25.</p>	<p>A cada uno de los cinco lóbulos pulmonares, se evaluó el grado de afectación de las lesiones de la siguiente manera: Afectación &lt;5% = 1 Afectación &gt;5-25%=2 Afectación &gt;25-50%=3 Afectación &gt;50-75%=4 Afectación &gt;75%=5</p>	<p>Leve= 1 a 5 puntos  Moderada= 6-15 puntos  Severa = &gt;15 puntos</p>	<p>Cualitativa ordinal</p>

<p><b>Patrones pulmonares Ultrasono-gráficos</b></p>	<p>Son las imágenes que se producen por la reflexión y la reverberación de los ecos sobre las interfaces de los tejidos, se denominan artefactos, donde el conjunto de ellos forman patrones.</p>	<p>Patrón A: Presencia de líneas hiperecogénicas horizontales bien definidas llamadas líneas A y/o <math>\leq 2</math> líneas B, con deslizamiento de la línea pleural.</p> <p>Patrón B: se caracteriza por <math>\geq 3</math> líneas B, definido como artefactos de reverberación hiperecogénica verticales que surgen de la línea pleural, se extienden hasta la parte inferior de la pantalla sin desvanecerse, que borran las líneas A y se mueven sincrónicamente con el deslizamiento pulmonar.</p> <p>Patrón C: presencia patrón tisular. Con o sin broncogramas líquidos/Aéreos.</p> <p>Derrame pleural (effusion): espacio anecoico entre la pleura parietal y pleura</p>	<p>0= Patrón A 1= Patrón B1 2= Patrón B2 3= Patrón C 4= Patrón E</p>	<p>Cualitativa ordinal</p>
--	---	---	--	----------------------------

		visceral, localizada por encima del diafragma.		
<b>Sistema puntuación Aireación pulmonar qLUSS</b>		<p>Patrón A: líneas A + deslizamiento de línea pleural. Pudiendo haber <math>\leq 2</math> líneas B. Puntaje de 0</p> <p>Patrón B1: se caracteriza por <math>\geq 3</math> líneas B bien definidas, con una separación <math>&gt; 7</math> mm entre ellas, o la presencia de <math>&lt; 50\%</math> de líneas B en la pantalla. Puntaje de 1.</p> <p>Patrón B2: múltiples líneas B confluentes, separadas entre ellas por <math>\leq 3</math> mm, o la presencia en <math>&gt; 50\%</math> de la pantalla. Puntaje 2</p> <p>3) Patrón C: como presencia de pequeñas áreas de consolidación subpleural <math>&gt; 1</math> cm o grandes consolidaciones. Puntaje 3.</p>	<p>0. puntaje 0</p> <p>1. Puntaje 1</p> <p>2. Puntaje 2</p> <p>3. Puntaje 3</p>	Cuantitativa continua

## **6.4 Descripción general del estudio**

### **6.4.1 Adquisición de la imagen tomográfica**

La examinación tomográfica fue realizada con el escáner multidetector SOMATOM Definition AS, (Manufacturado por Siemens Healthcare) desde el vértice pulmonar hasta el diafragma usando las siguientes variables: 110 mAs, voltaje del tubo 120 kV, tiempo de rotación 0.5 s, colimación 128 × 0.6 mm, tono 0.85, matriz de reconstrucción 512 × 512. El examen consistió en una serie de secciones de 10 mm, seleccionadas con una vista de exploración torácica.

### **6.4.2 Adquisición de la imagen por Ultrasonografía**

La exploración ultrasonográfica fue realizada a la cabecera del paciente con ultrasonido portátil Vinno A5 y el transductor sectorial de 2-4 Hz, así como el ultrasonido semiportátil Siemens y lineal 7-13 Hz. Cada examen fue realizado sistemáticamente en 12 zonas del tórax, según como lo describe el protocolo BLUE del Dr. Linchenstein et al.(38): el rastreo ultrasonográfico fue realizado longitudinalmente cada pared en modo B durante 5 segundos: seis para el pulmón derecho (R1 a R6) y seis para el izquierdo (L1 a L6), en pacientes capaz de colocarse en sedestación se exploraron las zonas posteriores de la línea axilar posterior hasta la línea paravertebral; en caso de posición supina sin posibilidad de movilización (pacientes sedados) las zonas posteriores se reemplazaron por las áreas postero-laterales movilizándolo mínimamente al paciente para exponer la mayor área posible posterior a la línea axilar posterior. La exploración ultrasonográfica fue realizada a la cabecera del paciente con un transductor sectorial de 2-4 Hz y lineal 7-13 Hz. Cada examen fue realizado sistemáticamente en 12 zonas, del protocolo BLUE en modo B durante 5 segundos: seis para el pulmón derecho (R1 a R6) y seis para el izquierdo (L1 a L6), en pacientes capaz de colocarse en sedestación se exploraron las zonas posteriores de la línea axilar posterior hasta la línea paravertebral; en caso de posición supina sin posibilidad de movilización (pacientes sedados) las zonas posteriores se reemplazaron por las áreas postero-laterales movilizándolo mínimamente al paciente para exponer la mayor área posible posterior a la línea axilar posterior.

### 6.4.3 Análisis de la imagen Tomográfica

Las imágenes fueron vistas en ventana pulmonar en dos niveles estandarizados y representativos: superior, desde el ápex pulmonar hasta la primera sección por debajo de la carina; e inferior, desde el primer corte posterior a la carina hasta el diafragma. Cada imagen axial fue después dividida en tres secciones; un tercio anterior, posterior y medio, aproximadamente correspondiente a la exploración anterior, posterior y lateral con el ultrasonido. Las imágenes fueron clasificadas por un radiólogo cegado a la identidad del paciente y a los hallazgos por ultrasonido. El análisis final consistente de las 6 áreas para cada pulmón fue evaluado como: o a la identidad del paciente y a los hallazgos por ultrasonido(58).

El análisis final consistente de las 6 áreas para cada pulmón fue evaluado como:

- a) Normal.
- b) Opacidad en vidrio deslustrado o esmerilado: Áreas de atenuación pulmonar aumentada que aparecen como creciente nebulosa del pulmón, con preservación de los márgenes bronquiales y vasculares.
- c) Pavimento loco ó empedrado: Patrón lineal de engrosamiento de los septos interlobulares e intralobulares en un fondo de opacidad en vidrio esmerilado, dando un aspecto de figuras poliédricas que se asemejan a los adoquines o empedrados de los pavimentos.
- d) Consolidación: aumento. homogéneo de la atenuación del parénquima pulmonar que oscurece los márgenes de vasos y paredes de las vías respiratorias. Puede haber broncograma aéreo.
- a) Derrame pleural (opacificación homogénea y periférica, libre de broncograma aéreo y caracterizado por una atenuación de la TC menor que la de la consolidación adyacente (58,59).

#### 6.4.4 Análisis de ultrasonografía pulmonar

Los videos del ultrasonido fueron analizados por un médico experto cegado a la identidad de los pacientes, la región pulmonar y los hallazgos de la tomografía. Cada área se clasificó de la siguiente manera:

- a)** Patrón A: presencia de deslizamiento de la línea pleural, y presencia de líneas hiperecogénicas horizontales bien definidas, resultado de las reverberaciones de la línea pleural llamadas líneas A y otorgando el valor de 0.
- b)** Patrón B: se caracteriza por  $\geq 3$  líneas B, definido como artefactos de reverberación hiperecogénica verticales que surgen de la línea pleural, se extienden hasta la parte inferior de la pantalla sin desvanecerse, que borran las líneas A y se mueven sincrónicamente con el deslizamiento pulmonar. El Patrón B1 (pérdida aireación moderada): se caracteriza por  $\geq 3$  líneas B bien definidas, con una separación  $> 7$  mm entre ellas, o la presencia de  $< 50\%$  de líneas B en la pantalla. Se otorga puntaje de 1. Patrón B2 (pérdida aireación severa): múltiples líneas B confluentes, separadas entre ellas por  $\leq 3$  mm, o la presencia en  $> 50\%$  de la pantalla. Se asigna un puntaje de 2.
- c)** Patrón C: como presencia de pequeñas áreas de consolidación subpleural  $> 1$  cm o grandes consolidaciones.
- d)** Derrame pleural: espacio anecoico entre la pleura parietal y pleura visceral, localizada por encima del diafragma.

## **6.5 Análisis Estadístico**

Las variables categóricas se describen como frecuencias en números absolutos y en porcentaje. Las variables numéricas se describen por grupos y por medidas de tendencia central y de dispersión. Se analizó la distribución de las variables con la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, para utilizar los test de asociación de Chi cuadrada para variables categóricas, y t- Student o U de Mann-Whitney según sea la normalidad de su Distribución, así como la ANOVA de Kruskal-Wallis para la asociación de más de dos grupos. Se usaron pruebas de correlación tipo Pearson para las variables paramétricas y de Spearman para las no paramétricas, con la corrección de continuidad de Yates según sea el acaso. Las medidas de asociación se presentan con un riesgo relativo y su intervalo de confianza de 95%. Se considerara significancia estadística con un  $p < 0.05$ . El análisis estadístico se efectuara por medio del paquete estadístico IBM SPSS Statistics 23 para Windows 13, IBM Software Group's Business Analytics Portfolio Armonk, New York, USA, 2015.

## **VII. IMPLICACIONES ETICAS**

En el presente proyecto el procedimiento está de acuerdo con las normas éticas, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y con la declaración del Helsinki de 1975 enmendada en 1989 y códigos y normas Internacionales vigentes de las buenas prácticas de la investigación clínica. Así mismo, el investigador principal se apegará a las normas y reglamentos institucionales y a los de la Ley General de Salud, esta investigación tiene un riesgo mayor al mínimo.

La información obtenida será conservada de forma confidencial en una base de datos codificada para evitar reconocer los nombres de los pacientes y será utilizada estrictamente para fines de investigación y divulgación científica.

Así mismo, en su título segundo de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, capítulo uno, artículo 17 y 23, el presente trabajo se categoriza de tipo I como investigación sin riesgo, por lo que no requiere consentimiento informado, esto último estipulado por el artículo 23.

## **VIII. RECURSOS Y FINANCIAMIENTO**

### *8.6.1 Recursos Humanos*

Consta del investigador principal y asesor Edgar Martínez Martínez, adscrito en turno vespertino del HGRNo.1; investigador asociado Rosario Morales y la tesista Cinthia Adriana Meza Medina.

### *8.6.2 Recursos Materiales*

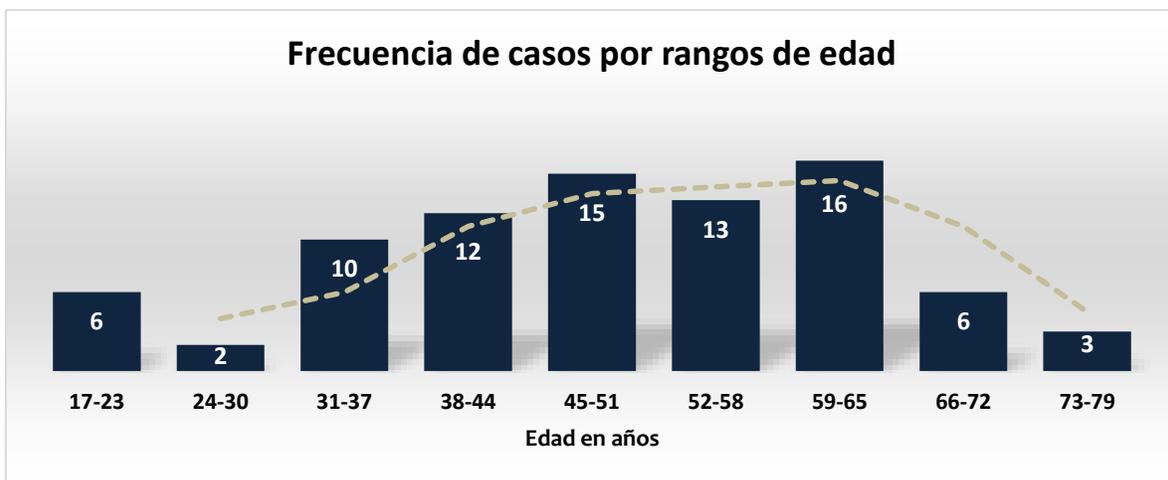
Se requerirá de papel y bolígrafos que serán nuestro instrumento de recolección, así como el equipo para el procesamiento de biometría hemática y tomógrafo para la confirmación de la patología en estudio, otorgados por el hospital y propias de la atención regular y de calidad para el paciente. Así mismo se necesitara de un equipo de cómputo y un paquete estadístico para la realización, análisis de los resultados

### *8.6.3 Financiamiento*

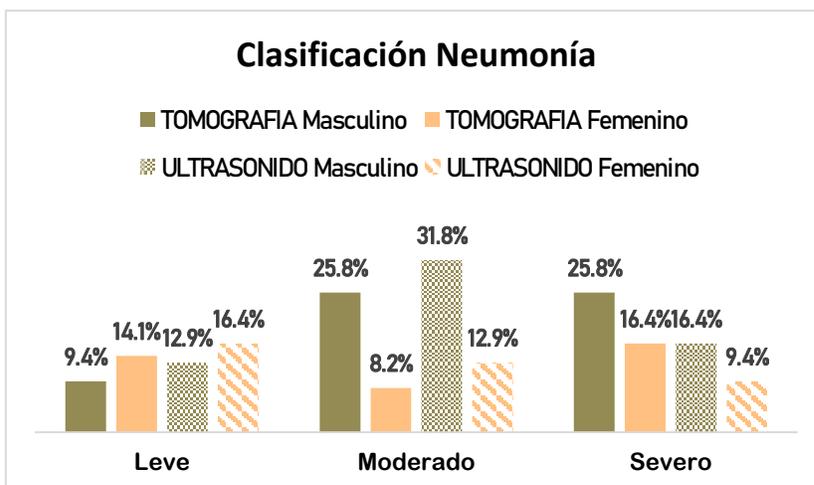
El presente trabajo no recibe financiamiento por parte de ninguna institución, asociación o industria. Es realizado por los propios investigadores

## IX. RESULTADOS

La recolección de los datos se realizó de Mayo a Noviembre del 2020, enlistándose un total de 85 pacientes (33 Mujeres y 52 Hombres) con una media de 49 años  $\pm$  15.5 (tabla 1), siendo el grupo de edad más afectado entre los 59-65 años (gráfica 1). A la Admisión hospitalaria, la duración media de inicio de los síntomas en días hasta su hospitalización fue  $8.5 \pm 5.61$ , la duración media de inicio de los síntomas hasta la ventilación mecánica fue de  $11.2 \pm 6.7$ , mientras que para su ingreso a UCI fue de  $11.8 \pm 6.3$ , y del inicio de síntomas hasta su desenlace de  $21.9 \pm 9.9$  de forma general, en pacientes sobrevivientes y no sobrevivientes (Tabla 1).



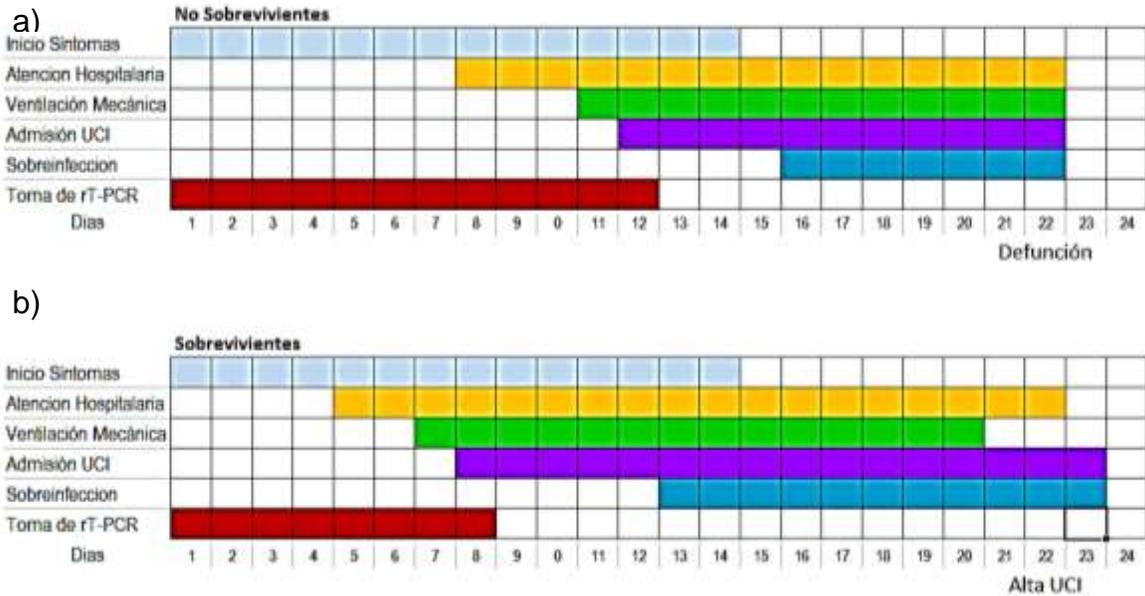
**Gráfica 1.** Distribución de la frecuencia de pacientes con Neumonía por COVID19 acorde a grupos de edad, en la Unidad de Cuidados Intensivos.



**Gráfica 2.** Neumonía por COVID19 clasificada por gravedad según el método de imagen empleado, y separada por grupo de sexo

La Neumonía por COVID19 fue predominantemente más severa en el grupo de masculino tanto por ultrasonografía como por tomografía, que la encontrada en el grupo femenino (gráfica 2).

Se realizó un seguimiento de los pacientes registrando la fecha de inicio del primer síntoma, su ingreso hospitalario, el ingreso a la unidad de cuidados intensivos hasta su desenlace, siendo esta defunción o alta de la unidad de UCI. Se calculó la media en días entre ambos grupos sobrevivientes (alta de UCI) y no sobrevivientes (defunción), encontrando en el grupo de sobrevivientes atención hospitalaria e ingreso a UCI más temprano y ventilación mecánica oportuna (Gráfica 3).



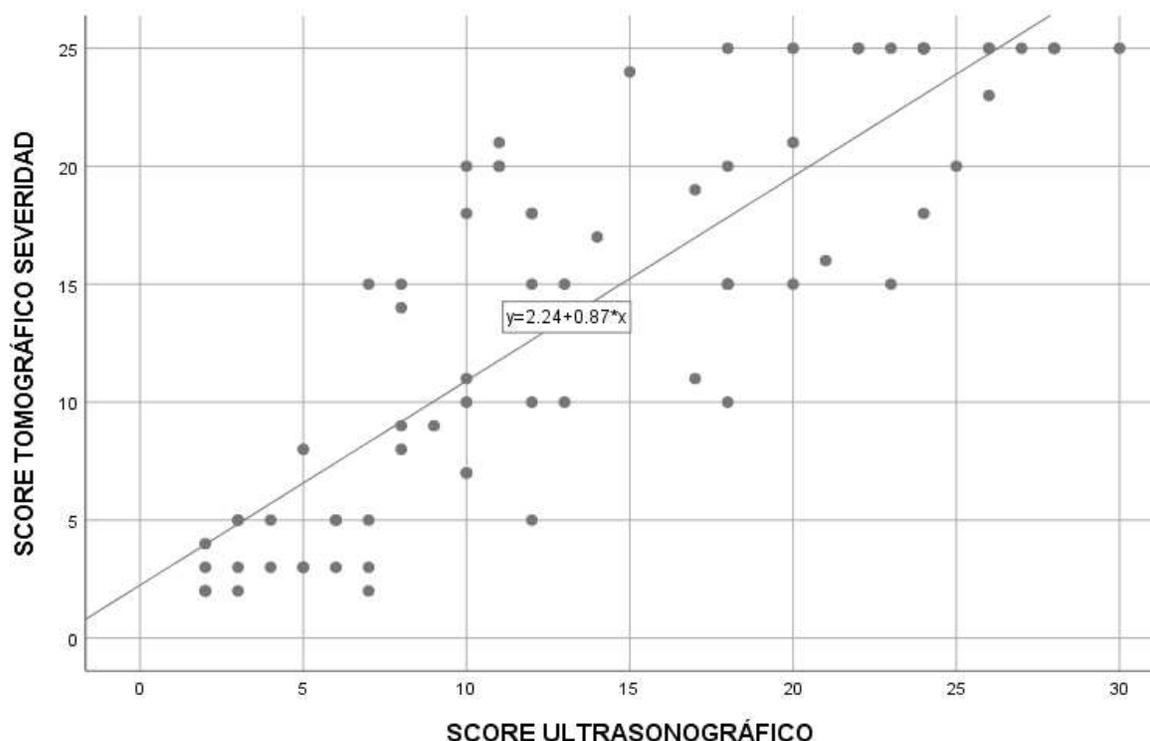
**Gráfica 3.** Media del tiempo en días entre el grupo de sobrevivientes y no sobrevivientes, para la atención hospitalaria, ventilación mecánica, ingreso a UCI y desenlace.

Se recabaron las principales comorbilidades entre los pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos reportando la Diabetes Mellitus (DM), Hipertensión Arterial Sistémica (HAS) y el tabaquismo, como los padecimientos crónicos más frecuentes. De los 85 pacientes ingresados a la unidad de cuidados intensivos, 7 pacientes se encontraban asintomáticos, y fueron hospitalizados por otras causas (4 con patología Obstétrica y 3 con patología quirúrgica) que posteriormente, al rastreo ultrasonográfico, por encontrar hallazgos sugestivos de neumonía, se les realizó TC de tórax simple, encontrando hallazgos tomográficos sugestivos y catalogándolos como casos sospechosos, de éstos el 50% salió con rt-PCR positiva y el 50% negativa. Así mismo, el 81.1% de los pacientes necesitaron ventilación mecánica invasiva, el 63.5% se sobreinfectó durante su estancia en la UCI, y el 65.8% de los pacientes falleció (tabla 1).

**TABLA 1. CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y DEMOGRÁFICAS DE PACIENTES CON NEUMONIA POR COVID19**

<b>Características</b>	<b>Media</b>	<b>(IQR)</b>	<b>DE</b>
Edad media años ( IQR)	49	(17-79)	15.56
<b>Curso Clínico Pacientes Sintomáticos</b>			
Días Síntomas - Hospital	8.5	(1-23)	5.61
Días Síntomas – Ventilación Mecánica	11.2	(2-25)	6.73
Días Síntomas –Unidad Cuidados Intensivos	11.8	(2-29)	6.37
Días Síntomas –Desenlace	21.9	(5-43)	9.95
Días Unidad Cuidados Intensivos -Desenlace	10.1	(1-30)	6.94
Días Unidad Cuidados Intensivos - Sobreinfección	5.5	(1-10)	2.22
Días Hospital - Sobreinfección	8.9	(3-25)	3.81
Días síntomas- Toma rt-PCR)	11.1	(2-26)	6.01
<b>Sexo</b>	Frecuencia n=85	%	p
Hombre (%)	52	62	0.036
Mujer (%)	33	38	
<b>Comorbilidades</b>			
Diabetes Mellitus (%)	56	65	0.741
Hipertensión (%)	25	29.4	0.008
Obesidad IMC >30 (%)	34	40	0.042
Enfermedad Cardíaca (%)	3	3.5	0.875
Enfermedad Pulmonar Obstruccion Crónica (%)	4	4.7	0.171
Enfermedad Renal Crónica (%)	3	3.5	0.875
Tabaquismo (%)	19	22.4	0.131
Alcoholismo (%)	3	3.5	0.266
Estupefacientes (%)	2	2.4	0.356
Otros (%)	6	7.1	0.195
<b>Tiempo del Diagnóstico</b>			
Ambulatorio/ sintomáticos (%)	78	91.8	
Hospitalario/ asintomáticos (%)	7	8.2	
Condición Qx en Dx Hospitalario (%)	3	42.8	
Condición Obstétrica en Dx Hospitalario	4	57.1	
<b>Ventilación Mecánica</b>			
SI (%)	69	81.1	
NO (%)	16	18.8	
<b>Sobreinfectados</b>			
NO (%)	31	36.4	
SI (%)	54	63.5	0.043
<b>rt - PCR COVID19</b>			
Positivos (%)	72	84.7	
Negativos (%)	13	15.2	
<b>Desenlace</b>			
Muertos (%)	56	65.8	
Vivos (%)	29	34.1	

Del registro de la principales comorbilidades de los pacientes, se encontró a la Hipertensión, la diabetes mellitus y la obesidad más frecuentemente. Se puede observar los valores de “p de significancia estadística” para algunas variables, en las que se encontró una asociación con respecto a desenlace o el grado de severidad por TC. La HAS y la Obesidad se asociaron a mayor mortalidad ( $p=0.008$  y  $p= 0.042$  respectivamente) con bajo nivel de fuerza de asociación ( $Rho= 0.28$  y  $0.25$ ). No se encontró asociación estadística para la DM con respecto a la mortalidad en nuestro estudio (tabla 1). El sexo masculino se asoció con mayor mortalidad pero con una correlación baja ( $p=0.036$   $Rho=0.245$ ). El grado de severidad tomográfica no se asoció con el género ( $p =0.169$ ), pero si los rangos de edad ( $p=0.041$ ). Así mismo, se observó que la edad entre los 52 y 65 años, se asociaba a mayor tasa de defunción. No se encontró diferencias entre el score de severidad tomográfica ( $p=0.063$ ) y el score de ultrasonido pulmonar ( $p=0.148$ ) con respecto a la edad. Al comparar el score tomografico contra el score ultrasonográfico por medio ANOVA Kruskal-Wallis se observó una asociación entre las mismas ( $p= <0.0001$ ) con una correlación buena ( $rho=0.85$ ) (Grafica 4).



**Gráfica 4.** Correlación entre el sistema de puntuación tomográfico y el sistema de puntuación por ultrasonido, en los pacientes con neumonía por COVID19.

Los hallazgos encontrados al rastreo ultrasonográfico fueron predominantemente patrón B2 y consolidaciones subpleurales de predominio en las zonas posteriores, con una frecuencia de síndrome intersticial por USG de hasta el 70.6%. Se encontró la misma frecuencia de afectación pulmonar unilateral y bilateral tanto por ultrasonido como por tomografía, con una media de Score Severidad Tomográfica de  $15 \pm 7.8$ , y una media de qLUSS de  $12 \pm 7.9$  (Tabla2).

HALLAZGOS USG	FRECUENCIA	%
Unilateral, n (%)	5	5.9
Bilateral, n (%)	80	94.1
Anormalidades línea pleural, n (%)	74	87.1
Síndrome intersticial, n (%)	60	70.6
Derrame pleural, n (%)	6	7.1
Derrame pericárdico, n (%)	2	2.4
Dilatación cavidades derechas, n (%)	1	1.2
Consolidaciones subpleurales, n (%)	33	38.3
Consolidaciones intraparenquimatosas, n (%)	16	18.8
qLUSS Leve (1-7 score)	23	27.1
qLUSS Moderado (8-18 score)	39	45.9
qLUSS Severo (19-36 score)	23	27.1
Score Ultrasonido Pulmonar	12	$\pm 7.9$

**Tabla 2.** Hallazgos reportados a la exploración por ultrasonografía pulmonar en pacientes con Neumonía por COVID19

Se observó una asociación entre la severidad de la afectación pulmonar por ultrasonografía con la Mortalidad ( $Rho -0.50$   $p < 0.0001$ ), con una correlación negativa moderada. Así mismo la severidad por TC de tórax se asoció con una Mortalidad ( $p < 0.0001$   $Rho -0.65$ ) con una correlación buena. Se encontró una correlación entre los grados de severidad por tomografía pulmonar con los grados de severidad de ultrasonografía pulmonar ( $p < 0.0001$ ) con una buena fuerza de correlación positiva ( $Rho = 0.72$ ,  $Tau B Kendall = 0.70$ ). Sin embargo, cuando se intentó observar la sensibilidad para detectar Neumonía Leve y/o Moderada en COVID19 por Ultrasonografía pulmonar, respecto a la clasificación por puntuación tomográfica propuesta por el INER, en sus respectivas formas de severidad como Leve y/o Moderada, se observó un área bajo la curva menor del 0.5, no así en la

comparación de Grado Severo para TC tórax con USG pulmonar, con un área bajo la curva de 0.882, estableciéndose en nuestro estudio un punto de corte de 11.5puntos con una Sensibilidad del 92.5% y una Especificidad del 71%.

<b>Tabla 3. Severidad de Lesiones pulmonares en pacientes con COVID19 evaluados por ultrasonografía pulmonar y TC</b>						
			Clasificación de Severidad por TAC			Total
			Leve	Moderado	Severo	
Severidad qLUSS	Leve	Recuento	18	5	0	23
	% dentro de clasificación de severidad por TAC		94.7%	19.2%	0.0%	27.1%
	Moderado	Recuento	1	18	20	39
	% dentro de clasificación de severidad por TAC		5.3%	69.2%	50.0%	45.9%
	Severo	Recuento	0	3	20	23
	% dentro de clasificación de severidad por TAC		0.0%	11.5%	50.0%	27.1%
Total		Recuento	19	26	40	85

En la tabla 3 se observa la proporción de pacientes con Neumonía Leve por COVID19 por TC así como las clasificadas Leves por qLUSS, se observa que en su mayoría los casos clasificados como leves por ultrasonido fueron también clasificados leves por TC (94.7%), sin embargo se observa también que el 50% de los clasificados como Moderado por qLUSS se encuentran como casos “Severos” por TC, y 19.2% de los casos clasificados como leves por qLUSS se observan como Moderados por TC.

Dentro de los hallazgos por tomografía se encontró un predominio de afectación central y periférica y difusa (30.6%) seguido de lesiones periféricas (17.6%) y en parches (15.2%). En nuestra población se encontró una frecuencia del 29.4% de pacientes con presencia de bronquiectasias, 65.9% de lesiones tipo crazy pavement y 94% de vidrio deslustrado. Se destaca que la gran mayoría de los pacientes

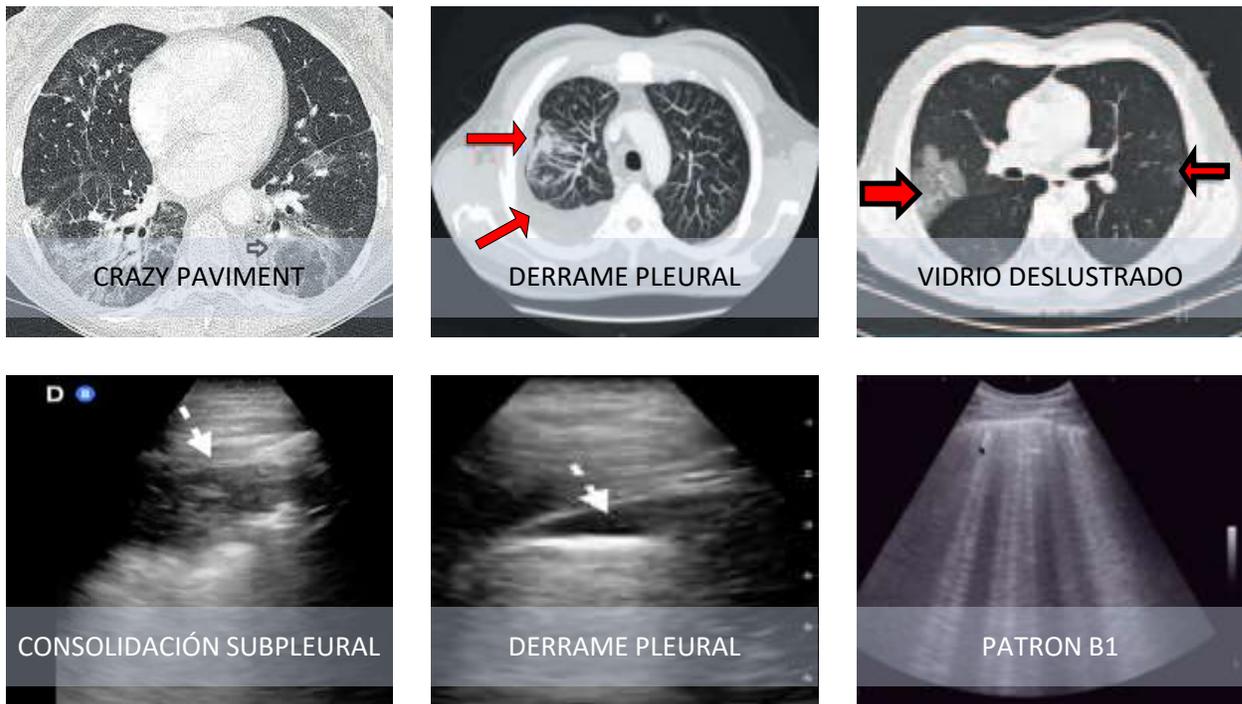
presentaban más de un solo tipo de lesión, es decir, en una sola TC se encontró vidrio deslustrado, crazy pavement y consolidaciones.

La mayoría de los pacientes se catalogó como CO-RADs 5 (tabla 4). No se observó una relación entre la clasificación de CO-RADS respecto al resultado positivo o negativo de la rt-PCR en aquellos pacientes que se clasificaron como CO-RADs 2 y 3 ( $p=0.22$ ).

HALLAZGOS TC	FRECUENCIA	%
Unilateral, n (%)	5	5.9
Bilateral, n (%)	80	94.1
Central, n (%)	5	5.9
Periférico, n (%)	15	17.6
Central y periférico, n (%)	26	30.6
Parches, n (%)	13	15.2
Difuso, n (%)	26	30.6
Vidrio deslustrado, n (%)	80	94.1
Crazy pavement, n (%)	56	65.9
Consolidación, n (%)	31	36.5
Bronquiectasia, n (%)	25	29.4
Derrame pleural, n (%)	7	8.2
Derrame pericárdico, n (%)	2	2.4
<b>CO-RADs</b>		
2, n (%)	1	1.2
3, n (%)	14	16.5
4, n (%)	15	17.6
5, n (%)	55	64.7
Síndrome intersticial, n (%)	60	70.6
<b>Grado de Severidad</b>		
Leve, n (%)	19	22.4
Moderada, n (%)	26	30.6
Severa, n (%)	40	47.1
<b>Score severidad TC INER</b>	15	±7.8

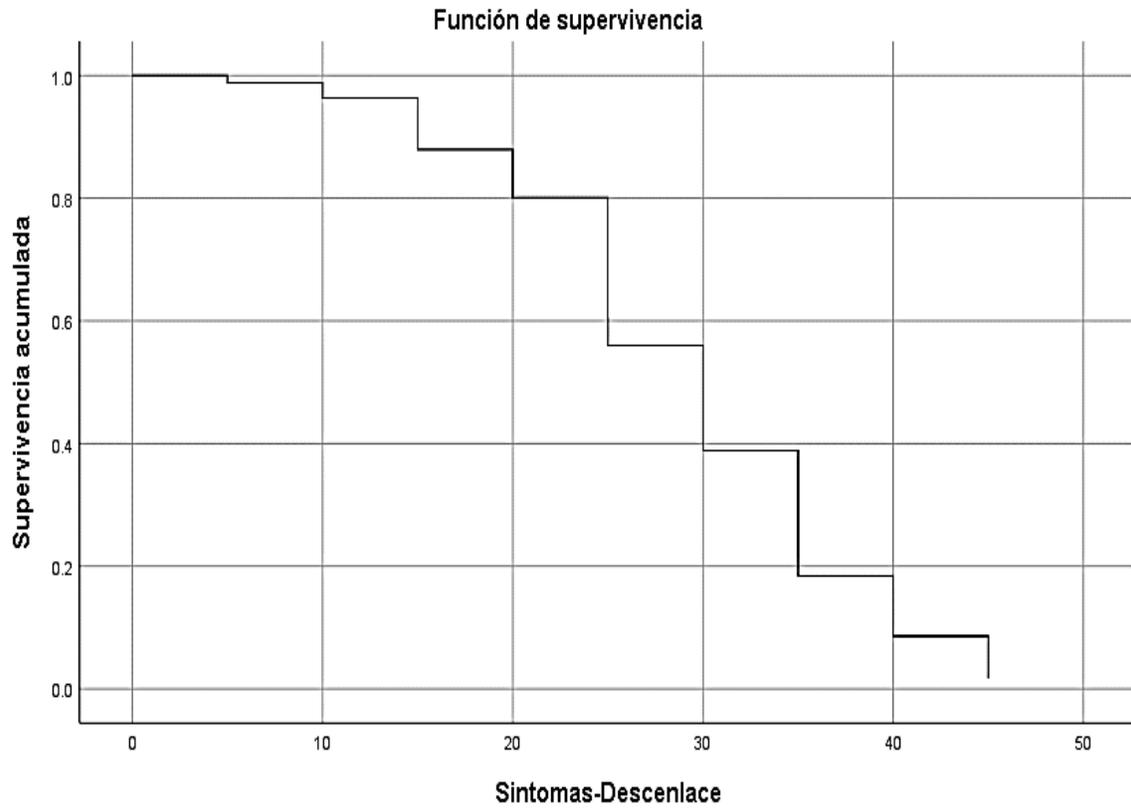
**Tabla 4.** Hallazgos reportados a la exploración por tomografía pulmonar en pacientes con Neumonía por COVID19

Se corrió la kappa de Cohen para determinar si había concordancia entre los hallazgos de LUS y la tomografía computarizada de tórax para detectar hallazgos pulmonares anormales de COVID-19. Hubo una fuerte concordancia entre la TC de tórax y el LUS ( $k = 0,833$ , IC del 95%,  $p < 0,001$ ) ( grafica 5).



**Grafica 5.** Hallazgos reportados a la exploración por ultrasonografía pulmonar en pacientes con Neumonía por COVID19 correspondientes a las lesiones encontradas por tomografía de torax simple señaladas. Se Observa que en lesión por crazy pavement se pueden observar consolidaciones subpleurales o bien patrón B2 por LUS.

Se realizó una tabla de supervivencia desde el inicio de los síntomas hasta su desenlace, observando que entre el día 15 y 20 había una probabilidad de supervivencia de hasta el 80%, del 20 y 25, una probabilidad de supervivencia acumulada del 56%, y entre el 25 y 30 del 18%. Con una media de sobrevivencia de 24 días.



**Gráfica 6.** Gráfico de supervivencia en intervalos de 5 días desde el inicio de los síntomas hasta el desenlace de defunción.

## X. DISCUSIÓN

Nosotros observamos una buena correlación entre la tomografía de tórax y la ultrasonografía pulmonar. Todos los hallazgos anormales de la TC cercanos a la pleura se detectaron por LUS, de tal modo que ningún hallazgo anormal de la TC cercano a la pleura pasó inadvertido en el ultrasonido. Tal como lo observado por Lichtenstein et al. (54) quién realizó un estudio prospectivo de 32 pacientes con SDRA donde se analizaron 10 voluntarios sanos para comparar la precisión diagnóstica de la auscultación, la radiografía de tórax, la ecografía pulmonar con la de la tomografía computarizada torácica. Se evaluaron tres entidades patológicas en 384 regiones pulmonares ( 12 por paciente): derrame pleural, con consolidación alveolar y síndrome alveolo-intersticial, teniendo como resultado a la auscultación con una precisión diagnóstica del 61% para derrame pleural, 36% para consolidación alveolar y 55% para síndrome alveolo- intersticial. La radiografía de tórax de cabecera con una precisión diagnóstica del 47% para el derrame pleural, el 75% para la consolidación alveolo-intersticial y 72% para el síndrome alveolo-intersticial. La ecografía pulmonar tuvo una precisión diagnóstica de 93% para derrame pleural, 97% para consolidación alveolar y 95% para síndrome alveolo-intersticial(54).

Milena et al. (2019) evaluó la correlación entre dos puntajes de ecografía pulmonar transtorácica (LUS) y las características en puntajes simplificados tomografía computarizada de alta resolución (HRCT), en diferentes trastornos intersticiales, entre puntajes LUS y síntomas, así como entre puntajes LUS y deterioro de la función pulmonar, en 58 pacientes diagnosticados con enfermedad pulmonar intersticial. Se demostró que había una buena correlación entre el número total de puntaje de líneas B y el puntaje simplificado HRCT ( $r = 0.784$ ,  $p < 0.001$ ), y también una buena correlación entre el total número de puntaje positivo de áreas torácicas y puntaje HRCT ( $r = 0.805$ ,  $p < 0.005$ ). Los resultados confirmaron el valor de usar LUS como herramienta de diagnóstico para la evaluación de ILD en comparación con HRCT(58).

Las presentaciones ecográficas más frecuentes fueron áreas focales del síndrome intersticial (líneas B confluentes y no confluentes) con presencia de pequeñas y múltiples consolidaciones subpleurales e indentación de la línea pleural. En algunos casos pudieron detectarse consolidaciones manifiestas con broncogramas aéreos dinámicos y el derrame pleural estuvo presente en pocos casos.

La puntuación total de qLUSS calculada según las anomalías ecográficas, mostró una correlación significativa con la puntuación total de gravedad tomográfica, así como en sus grados de severidad por tomografía y ultrasonografía ( $p = <0.0001$ ) sin embargo, cuando se intentó calcular la especificidad del qLUSS en su forma Leve y Moderada, para las modalidades Leves y Moderadas por TC, se observó una muy baja sensibilidad, por lo que sólo se realizó en la presentación Severa de la enfermedad. Lo anterior, se debe principalmente a dos situaciones: como primer punto, mientras que por TC tórax se observan pacientes clasificados con afectación pulmonar severa de 25 puntos, a expensas de lesiones en vidrio deslustrado, en LUS éstas lesiones generalmente se observan como patrón B1 (algunas áreas pudiéndose encontrar como patrón B2), genera puntuaciones tan bajas como un qLUSS de 12 (por puntaje de 1 en cada una de las 6 áreas evaluadas por hemitórax), con un máximo de qLUSS de 24 (en caso de encontrar patrón B2 en las 12 zonas, patrón encontrado generalmente cuando se observan lesiones tipo “crazy pavement”). En segundo lugar, recordemos que el LUS es altamente sensible, sobre todo cuando las lesiones se encuentran cercanas a la pleura(35,60), por lo que, es menos sensible de detectar lesiones con distribuciones centrales o en parches (difusas), que al menos el 30% de los pacientes en nuestro estudio presentó lesiones en parches, el 5.9% lesiones centrales, y el 40% centrales y periféricas (tabla 3). Lo que podría explicar la falta de correlación entre la evaluación de severidad por LUS y TC pulmonar, variando en lo reportado por la cadena de trabajo AZUREA (61). Sin embargo, la puntuación total de qLUSS calculada según el tipo, extensión y gravedad de las anomalías ecográficas, mostro una correlación estadísticamente significativa con la puntuación total de gravedad de la TC. Estos hallazgos son coherentes con la opinión de expertos y las series de casos

publicadas previamente en la literatura (7) sin embargo, en particular, observamos puntuaciones de qLUSS más altas en pacientes con consolidación o anomalías difusas de GGO detectables en la TC que en los individuos que muestran GGO en parches.

Los hallazgos ecográficos de la neumonía por COVID19 son similares a los descritos previamente en casos de neumonía viral de diferente etiología, incluidos los virus de influenza H1N1 y H7N9 (62,63). También debemos recordar que los signos ecográficos de la neumonía por COVID19 pueden estar presentes en otras enfermedades respiratorias y cardiovasculares, como la fibrosis pulmonar y la insuficiencia cardiaca congestiva. Esta es una de las principales limitaciones del LUS (33), de baja especificidad, ya que los hallazgos pueden superponerse con los de otras etiologías de enfermedades pulmonares, como enfermedades virales, infarto pulmonar y enfermedad metastásica. La misma limitación puede aplicarse a las tomografías computarizadas, que pueden identificar erróneamente otras neumonías virales como COVID-19. Sin embargo, en esta pandemia, las características positivas de LUS o TC, incluso en presencia de una prueba de RT-PCR negativa, aún pueden ser muy sugestivas de infección por COVID-19

Un estudio de 1049 pacientes que se sometieron a una tomografía computarizada de tórax y pruebas de RT-PCR determinó que las anomalías de la CT tenían una alta sensibilidad para el diagnóstico de pacientes con COVID-19 (26), lo que sugiere que la tomografía computarizada debe considerarse como una herramienta de detección, especialmente en áreas epidémicas con alta probabilidad previa a la prueba. Por lo tanto, en muchos centros las tomografías computarizadas han reemplazado a las radiografías de tórax.

No obstante, el uso de la tomografía computarizada tiene limitaciones importantes, como la baja disponibilidad en unidades de primer y segundo nivel, así como su contraindicación para su uso en pacientes inestables, como mayor riesgo de exposición al personal de salud por aerolización. Por lo que se propone a la

ultrasonografía pulmonar como herramienta diagnóstica en un contexto clínico adecuado, para la detección de neumonía por COVID19, teniendo sus limitaciones para la detección de la severidad.

## **XI. CONCLUSIONES**

El LUS se asocia con patrones distintos, que incluyen áreas focales de líneas B confluentes o no confluentes, múltiples consolidaciones subpleurales bilaterales e indentación de la línea pleural. Estas anomalías reflejan los hallazgos de la TC de tórax y su gravedad se correlaciona con la puntuación visual de la TC de tórax de forma positiva. Cuando se integra con datos clínicos, LUS representa una herramienta de diagnóstico segura y eficaz con un gran potencial para mejorar el diagnóstico y el tratamiento de la neumonía COVID-19 en entornos hospitalarios y comunitarios.

## **XII. RECOMENDACIONES**

Se necesitan estudios más grandes para corroborar los hallazgos del presente con los comentados en la literatura internacional, ya que incluso en publicaciones internacionales existe una zona gris de discrepancia donde el crazy pavement puede observarse como consolidación subpleural o patrón B2 por ecografía pulmonar, así como un traslape entre las puntuaciones por ecografía y tomografía pulmonar al momento de la transición de lesión pulmonar de moderada a severa. Sin embargo, en el contexto clínico adecuado es útil para la identificación de lesiones pulmonares, siendo rápido y fácil de realizar el estudio, puede ayudar incluso al seguimiento de la recuperación pulmonar de los pacientes con covid19.

### **XIII. REFERENCIAS**

1. Chen Y, Liu Q, Guo D. Emerging coronaviruses: Genome structure , replication , and pathogenesis. 2020;:418–23.
2. Giwa A, Akash D, Andrea D. Novel 2019 Coronavirus An Overview for Emergency Clinicians. *Emerg Med Pract.* 2020;22(5).
3. Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses. The species Severe Acute Respiratory Syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nat Microbiol.* 2020;5:536–44.
4. Yuefei Jin, Haiyan Yang, Wangquan Ji, Weidong Wu, Shuaiyin Chen, Weiguo Zhang GD. Virology, Epidemiology, Pathogenesis, and Control of COVID-19. *Viruses.* 2020;12(312):1–17.
5. Kutter JS, Spronken MI, Fraaij PL, Fouchier RAM, Herfst S. Transmission routes of respiratory viruses among humans. *Curr Opin Virol.* 2018;28:142–51.
6. Trends S. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med.* 2020;2–5.
7. Baden LR. A Sneeze. *N Engl J Med.* 2016;
8. Bourouiba L. Turbulent Gas Clouds and Respiratory Pathogen Emissions Potential Implications for Reducing Transmission of COVID-19. 2020;1–2.
9. Walls AC, Park Y, Tortorici MA, Wall A, McGuire AT, Velesler D, et al. Structure, Function, and Antigenicity of the SARS-CoV-2 Spike Glycoprotein. *Cell.* 2020;181(2):281-292.
10. Guan W, Ni Z, Hu Y, Liang W, Ou C, He J, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med.* 2020;
11. Hasan K. Siddiqi, MD, MSCR, and Mandeep R. Mehra, MD Ms. COVID-19 Illnes in Native and Immunosuppressed States: A Clinical-Ttherapeutic Staging Proposal. *J Hear lung Transplant.* 2020;39(5):405–7.
12. Bouadma L, Lescure FX, Lucet JC, Yazdanpanah Y, Timsit JF. Severe SARS - CoV - 2 infections : practical considerations and management strategy for intensivists. *Intensive Care Med [Internet].* 2020;46(4):579–82.

13. Jennifer M. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2020;2019.
14. Taskforce ANC-19 CE. Australian guidelines for the clinical care of people with COVID-19. *Natl COVID-19 Clin Evid TASKFORCE.* 2020;
15. Tan SY, Loh J, Ng O, Marimuthu K, Ang LW, Tan TY, et al. Epidemiologic Features and Clinical Course of Patients Infected With SARS-CoV-2 in Singapore. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2020;1–7.
16. Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan , China : a retrospective cohort study. *Lancet.* 2020;395(10229):1054–62.
17. WHO. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 ( COVID-19 ). 2020:16–24.
18. Nishiura H, Kobayashi T, Miyama T, Suzuki A, Jung S, Hayashi K, et al. Estimation of the asymptomatic ratio of novel coronavirus infections (COVID-19. *Int J Infect Dis.* 2020;94:154–5.
19. NICE. Pneumonia: diagnosis and management of community - and hospital - acquired pneumonia in adults. *Clin Guidel.* 2014:1–21.
20. Cunha BA. The atypical pneumonias: clinical diagnosis and importance. *Clin Microbiol Infect.* 2006;3(12):12–24.
21. 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 Med.* 2020;6–9.
22. Epidemiologia S de P y P de la SDG de. Lineamiento estandarizado para la vigilancia epidemiologica y por laboratorio de la enfermedad respiratoria viral. *Secr Salud.* 2020;
23. Li D, Wang D, Dong J, Wang N, Huang H, Xu H, et al. False-Negative Results of Real-Time Reverse- Transcriptase Polymerase Chain Reaction for Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 : Role of Deep-Learning-Based CT Diagnosis and Insights from Two Cases. *Korean J Radiol.* 2020;1–4.

24. Alsuliman T, Sulaiman R, Ismail S, Srour M, Alrstom A. COVID-19 paraclinical diagnostic tools: Updates and future trends. Elsevier. 2020;.
25. Kucirka LM, Lauer SA, Laeyendecker O, Boon D, Lessler J. Variation in False-Negative Rate of Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction – Based SARS-CoV-2 Tests by Time Since Exposure. *Ann Intern Med.* 2020;
26. Hou H, Lv W, Tao Q, Hospital T, Company JT, Ai T, et al. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A report of 1014 cases. *Press.* 2020;
27. Association AM. Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2020;323(18):1843–4.
28. Yicheng Fang, MD1 Huangqi Zhang, MD1, Lingjun Ying,MD2. Peipeo Pang M. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology.* 2020;
29. Lomoro P, Verde F, Zerboni F, Simonetti I, Borghi C, Fachinetti C, et al. COVID-19 pneumonia manifestations at the admission on chest ultrasound , radiographs , and CT : single-center study and comprehensive radiologic literature review. *Eur J Radiol Open.* 2020;7:100231.
30. Bai HX, Hsieh B, Xiong MSZ, Halsey K, Ji BA, Choi W. Performance of Radiologists in Differentiating COVID-19 from Non-COVID-19 Viral Pneumonia at Chest CT. *Radiology.* 2020;296(2).
31. Colegio Mexicano de Medicina Crítica. COMMEC. GUÍA PARA LA ATENCIÓN DEL PACIENTE CRÍTICO CON INFECCIÓN POR COVID-19. *Med Crit.* 2020;34(1):7–42.
32. Li K, Fang Y, Li W, Pan C, Qin P, Zhong Y, et al. CT image visual quantitative evaluation and clinical classification of coronavirus disease ( COVID-19 ). *Eur Radiol.* 2020;
33. Volpicelli G, Lichtenstein DA, Kirkpatrick AW, Noble VE, Tsung JW, Reissig A, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012;38:577–91.
34. Dietrich CF, Mathis G, Blaivas M, Volpicelli G, Seibel A, Atkinson NSS, et al. Lung B-line artefacts and their use. 2016;8(8):1356–65.

35. Colmenero M., García DM., Navarrete I. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiva*. 2010;34(9):620–8.
36. Soldati G, Demi M. The use of lung ultrasound images for the differential diagnosis of pulmonary and cardiac interstitial pathology. *J Ultrasound*. 2017;20(2):91–6.
37. Volpicelli G, Lichtenstein DA, Kirkpatrick AW, Noble VE, Tsung JW, Reissig A, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. 2012;577–91.
38. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure: The BLUE Protocol. *Am Coll Chest Physicians*. 2008;134(1).
39. Cox EGM, Wiersema R, Wong A, Horst C, Van Der. Six versus eight and twenty - eight scan sites for B - line assessment : differences in examination time and findings. *Intensive Care Med*. 2020;
40. Bouhemand B, Brisson H, Le.Guen M, Arbelot C, Quin L,Roubuy J. Bedside Ultrasound Assessment of Positive End-Expiratory Pressure – induced Lung Recruitment. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011;183:341-347.
41. Soummer A, Arbelot C, Lu Q, Rouby J. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress\*. *Crit Care Med*. 2012;40(7).
42. Bouhemad B, Ph D, Mongodi S, Via G, Rouquette I. Ultrasound for “ Lung Monitoring ” of Ventilated Patients. 2015;(2):437–47.
43. Allinovi M, Parise A, Giacalone M, Amerio A, Delsante , Odone A et al. Lung Ultrasound May Support Diagnosis And Monitoring Of Covid-19 Pneumonia. *Ultrasound Med Biol*. 2020;46:2908–17.
44. Volpicelli G, Lamorte A, Villén T. What’s new in lung ultrasound during the COVID - 19 pandemic. *Intensive Care Med*. 2020;46(7):1445–8.
45. Picano E, Pellikka PA. Clinical update Ultrasound of extravascular lung water : a new standard for pulmonary congestion. *Eur Heart J*. 2016;37:2097–104.
46. Anile A, Russo J, Castiglione G, Volpicelli G. A simplified lung ultrasound approach to detect increased extravascular lung water in critically ill patients.

- Crit Ultrasound J. 2017;9(13).
47. Brusasco C, Santori G, Bruzzo E, Trò R, Robba C, Tavazzi G, et al. Quantitative lung ultrasonography : a putative new algorithm for automatic detection and quantification of B-lines. 2019;1–7.
  48. Chiumello D, Mongodi S, Algieri I, Vergani GL, Orlando A, Via G, et al. Assessment of Lung Aeration and Recruitment by CT Scan and Ultrasound in Acute Respiratory Distress Syndrome Patients. Crit Care Med. 2018;20(30):1–8.
  49. Peng QY, Wang XT, Zhang LN, Critical C, Ultrasound C, Group S. Findings of lung ultrasonography of novel corona virus pneumonia during the 2019 – 2020 epidemic. Intensive Care Med. 2020;46(5):849–50.
  50. Buonsenso D, Piano A, Raffaelli F, Bonadia N. Point-of-Care Lung Ultrasound findings in novel coronavirus disease-19 pneumoniae : a case report and potential applications during COVID-19 outbreak. 2020;2776–80.
  51. Volpicelli G, Gargani L. Sonographic signs and patterns of COVID - 19 pneumonia. Ultrasound J. 2020;20–2.
  52. Picano E, Scali C, Ciampi Q, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for the Cardiologist. 2018;11(11).
  53. Soldati G, Smargiassi A, Inchigolo R, Buonsenso D, Perrone T BD et al. Proposal for International Standardization of the Use of Lung Ultrasound for Patients With COVID-19. J Ultrasound Med. 2020;39:1413–9.
  54. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Ph D. Comparative Diagnostic Performances of Auscultation , Chest Radiography , and Lung Ultrasonography in Acute Respiratory Distress Syndrome. Anesthesiology. 2004;100(1):9–15.
  55. Vaporidi K, Plataki M. Lung ultrasound in critically ill patients : comparison with bedside chest radiography. Intensive Care Med. 2011;1488–93.
  56. Leonardo Jönck Staub, Roberta Rodolfo Mazzali Biscaro, Erikson Kaszubowski RM. Lung Ultrasound for the emergency diagnosis of pneumonia, acute heart failure, and exacerbations of chronic obstructive pulmonary/ asthma in adults: a systematic review and meta-analysis. J Emerg

- Med. 2018;(January):1–17.
57. Smith MJ, Hayward SA, Innes SM, Miller ASC. Point-of-care lung ultrasound in patients with COVID-19 – a narrative review. *Anesthesia*. 2020;
  58. Chiumello D, Umbrello M, Francesco G, Papa S, Angileri A, Gurgitano M, et al. Global and Regional Diagnostic Accuracy of Lung Ultrasound Compared to CT in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome\*. *Crit Care Med*. 2019;(1):1599–606.
  59. Hansell DM, Bankier AA, Mcloud TC, Mu NL, Remy J. Fleischner Society : Glossary of Terms for Thoracic Imaging. *Radiology*. 2008;246(3):697–722.
  60. Vollmer Ivan. GA. Ecografía torácica. *Arch Bronconeumol*. 2010;46(1):27–34.
  61. Zieleskiewicz L, Markarian T, Lopez A, Taguet C, Mohammedi N, Boucekine M, et al. Comparative study of lung ultrasound and chest computed tomography scan in the assessment of severity of confirmed COVID - 19 pneumonia. *Intensive Care Med*. 2020;
  62. Tsai NW, Ngai CW, Mok KL, Tsung JW. Lung ultrasound imaging in avian influenza A ( H7N9 ) respiratory failure. *Crit Ultrasound J*. 2014;6(6).
  63. Testa A, Soldati G, Copetti R, Giannuzzi R, Portale G. Early recognition of the 2009 pandemic influenza A ( H1N1 ) pneumonia by chest ultrasound. *Crit Care* . 2012;16(1):R30.

#### XIV. ANEXOS

 <p>GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO</p> 		<p align="center"><b>INSTITUTO DE SALUD DEL ESTADO DE MEXICO</b>  <b>“HOSPITAL GENERAL DE ECATEPEC LAS AMERICAS”</b>  <b>Unidad de Cuidados Intensivos”</b>  <b>COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD</b></p> 	
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO			
Nombre del estudio:	<p align="center"><b>“CORRELACIÓN DE HALLAZGOS POR TOMOGRAFIA SIMPLE DE TORAX vs ULTRASONOGRAFÍA PULMONAR EN PACIENTES CON SOSPECHA DE COVID-19”</b></p>		
Lugar y fecha:	<p>Hospital General de Ecatepec “Las Américas” Ubicado en Avenida Simón Bolívar, Fraccionamiento Las Américas, CP: 55076, Ecatepec de Morelos, Estado de México, a _____ del mes de _____ del 2020</p>		
Justificación y objetivo del estudio:	<p>Determinar si existe correlación entre los hallazgos por tomografía simple de tórax y los hallazgos encontrados en ultrasonografía pulmonar en pacientes con sospecha de infección por COVID-19</p>		
Procedimientos:	<p>Realización de Tomografía de tórax simple antes o durante su ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos como complemento diagnóstico y determinación de severidad de caso sospechoso de COVID-19</p>		
Posibles riesgos y molestias:	<p>A lo que respecta la exploración ultrasonográfica no conlleva riesgos adicionales ya que es un procedimiento no invasivo realizado a la cabecera del paciente.</p>		
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	<p>Contribuir al conocimiento en la comunidad Científica para desarrollo de nuevas intervenciones terapéuticas</p>		
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	<p>Cuenta con la garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y su tratamiento. Por el momento no se cuenta con métodos alternativos para este procedimiento.</p>		
Participación o retiro:	<p>Será capaz de retirarse del estudio en el momento que lo decida. Cuento con la libertad de retirar mi consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio sin que esto represente ninguna penalidad o se creen perjuicios para continuar mi cuidado y tratamiento</p>		
Privacidad y confidencialidad:	<p>Se mantendrá la privacidad de la información y anonimato del paciente. No se le identificará y se me mantendrá confidencialidad de la información relacionada con su privacidad dentro de los límites de la ley siempre y cuando no exista peligro a su persona o terceros.</p>		
<p>_____ Nombre y firma del paciente o titular responsable</p>		<p>_____ Nombre y Firma del Médico</p>	

# Instrumento de trabajo



## INSTITUTO DE SALUD DEL ESTADO DE MEXICO "HOSPITAL GENERAL DE ECATEPEC LAS AMERICAS" Unidad de Cuidados Intensivos"

### "CORRELACIÓN DE HALLAZGOS POR TOMOGRAFIA SIMPLE DE TORAX vs ULTRASONOGRAFÍA PULMONAR EN PACIENTES CON SOSPECHA DE COVID-19"

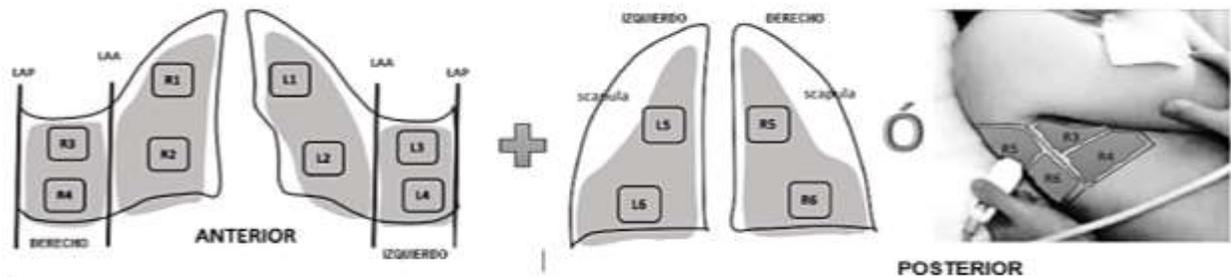
#### I. DATOS EPIDEMIOLOGICOS

Nombre: \_\_\_\_\_ Sexo  F  M Edad: \_\_\_\_\_ Comorbilidades: \_\_\_\_\_

Fecha de: Inicio de síntomas: \_\_\_/\_\_\_/2020 Inicio de VMI: \_\_\_/\_\_\_/2020 Ingreso a UCI: \_\_\_/\_\_\_/2020

Fecha Egreso UCI: \_\_\_/\_\_\_/2020 Desenlace: a) Defunción b) Hospitalización/Domicilio

#### II. EXPLORACIÓN Y REPORTE ULTRASONONIDO PULMONAR



Escanee cada región tomando una imagen de cada área que mejor represente la patología relevante. Cuando el paciente se encuentra en decúbito supino, y no se pueda movilizar, las imágenes en la línea axilar posterior pueden reemplazar las imágenes posteriores verdaderas. Anotar la Clave del patrón en el área correspondiente.

DERECHO	DESCRIPCIÓN	IZQUIERDO	DESCRIPCIÓN
R1		L1	
R2		L2	
R3		L3	
R4		L4	
R5		L5	
R6		L6	
E		E	

Otros Hallazgos: \_\_\_\_\_

#### III. RECOLECCIÓN Y REPORTE RESULTADO TOMOGRAFÍA DE TÓRAX

CLAVE	DESCRIPCIÓN	SCORE
Linea Pleural	p	Alteraciones de la línea pleural (engrosamiento, fragmentación irregularidad)
PATRON A	A	Presencia de líneas A o bien $\leq 2$ líneas B
PATRON B	B1	Presencia más de 2 líneas B, regularmente espaciadas $>7\text{mm}$ ó cubran $<50\%$ de la pantalla.
	B2	Múltiples líneas B confluentes, separadas entre ellas $\leq 3\text{mm}$ o cubran $>50\%$ de la pantalla
PATRON C	C1	Presencia de patrón tisular, con broncograma aéreo o pequeñas áreas de consolidación subpleural $>1\text{cm}$
Derrame Pleural	E	Con la cabecera a $15^\circ$ , medir la profundidad máxima en milímetros, de la pared torácica al pulmón y multiplicar por 20 ó de la base del pulmón a la cúpula diafragmática y multiplicar por 16

## Cronograma de Actividades

Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Delimitación del tema	■	■	■									
Recopilación y revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■						
Elaboración del protocolo de estudio			■	■	■	■	■	■				
Presentación al comité de investigación						■	■	■	■	■		
Recolección de información							■	■	■	■	■	
Análisis de resultados										■	■	■
Escritura del reporte final												■