

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

Patrones en la ecografía pulmonar  
de pacientes pediátricos con  
infección por SARS-CoV2 en el  
Hospital Infantil de México Federico  
Gómez

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN :

URGENCIAS PEDIÁTRICAS

P R E S E N T A:

Dra. Claudia Adriana Hernández  
Cruz

TUTOR:

Dr. Víctor Baltazar Olivar López  
Dr. Ricardo Gil Guevara



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México

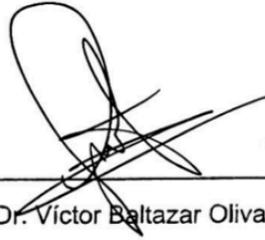


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



---

Tutor: Dr. Víctor Baltazar Olivar López  
Jefe de Departamento de Urgencias Pediátricas



---

Tutor: Dr. Ricardo Gil Guevara  
Médico adscrito del departamento de Urgencias Pediátricas

---

Dr. Sarbelio Moreno Espinosa  
Director de Enseñanza y Desarrollo Académico

## INDICE

Agradecimientos.....	4
Antecedentes.....	5
Marco teórico.....	9
Planteamiento del problema.....	11
Pregunta de investigación.....	12
Justificación.....	13
Hipótesis.....	13
Objetivos del estudio.....	14
Metodología.....	15
Aspectos éticos.....	17
Descripción de las variables.....	18
Análisis e interpretación de resultados.....	19
Discusión.....	24
Conclusión.....	26
Cronograma de actividades.....	27
Referencias.....	28
Limitaciones del estudio.....	32
Anexos.....	33

## **AGRADECIMIENTOS:**

Por enseñarme que haciendo las cosas con amor y dedicación todo en la vida se logra, por las palabras de aliento; por darme la vida, a mi madre Alejandra.

Por el ejemplo de esfuerzo, entrega y constancia para lograr mis sueños, por dar todo de sí para hacerme una mujer de bien, por su amor incondicional, a mi padre Alfredo.

Por la complicidad y apoyo en cada etapa de la vida, por ser mi compañera de aventura, a mi hermana América.

Por la comprensión a cada paso, por enseñarme que con una sonrisa puedes vencer cualquier obstáculo de la vida, a mi hermano Jorge.

Por inspirar mi amor a la medicina de urgencias, por creer en mis capacidades y acompañarme en el camino de la pediatría y las urgencias pediátricas, a la Dra Patricia Espinosa.

Por abrirme las puertas al servicio de urgencias, brindarme herramientas para mi desarrollo profesional, por ser ejemplo de médico pediatra y ser humano al Dr Víctor Olivar.

Por la enseñanza, paciencia, dedicación y confianza, por los regaños y consejos, por llevarme a cada paso en estos dos años de preparación, al Dr Ricardo Gil.

A los niños que perdieron a sus padres, a los padres que perdieron hijos, a todos aquellos que hayan perdido la batalla contra en Covid-19.

A los residentes de pediatría y urgencias pediátricas del Hospital Infantil de México, presente y futuro de la pediatría en nuestro país, pioneros de la atención a niños con Covid -19; por que como les dije repetidamente, esta pandemia no se encuentra en los libros, tenemos a los niños frente a nosotros y de ahí aprenderemos juntos.

## **ANTECEDENTES:**

La propagación mundial del virus causante de Covid-19 ha afectado a todos los sectores de la población, en el caso de los niños se manifiesta con distintos perfiles clínicos, lo cual se convirtió en un desafío para el clínico que se encuentra al manejo de estos pacientes.

Las primeras series de casos reportados a nivel mundial presentaron únicamente adultos enfermos, señalando como casos confirmados a los mayores de 22 años, con lo que se sugería que la menor cantidad de ECA2 (Enzima convertidora de angiotensina 2) en la niñez hacía menos susceptibles de infección a los menores.

(1)

El primer caso reportado en un niño con síndrome de dificultad respiratoria aguda severa por Covid-19 fue en China el 20 de enero de 2020, posteriormente se reportan 20 casos más de este padecimiento en el mismo país, con lo que se sospecha de infección asintomática en este grupo etario; a partir de ahí se realizan nuevas investigaciones donde poco a poco se reportaron más casos y se comenzaron las caracterizaciones clínicas de este padecimiento en pacientes pediátricos.(2)

Las series de casos en niños infectados por Covid-19 hacen énfasis en el contacto estrecho con adultos enfermos en el núcleo familiar y se encuentra que algunos de estos niños presentaban infección asintomática. Dong et al publican una revisión sistemática donde se encuentran alrededor del 15% de los niños con PCR (Reacción en cadena de la polimerasa) positiva para SARS-CoV2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronaviruses 2) cursan sin sintomatología.

Lee et al enuncian diversos mecanismos por lo que los niños son menos susceptibles al virus: menor cantidad de ECA 2, una respuesta inmune innata menos reactiva que la de los adultos, menor exposición a humo de tabaco y polución que les confiere un tracto respiratorio más saludable en comparación a los más expuestos a estos gases ambientales.(3,4)

En marzo de 2020 She et al publican la primera caracterización de la sintomatología infantil en Covid-19, donde se enuncia que presentan clínica de infección de tracto respiratorio superior e inferior, sin embargo, se hace énfasis en las manifestaciones extra respiratorias de las cuales destaca el cuadro gastrointestinal que puede incluso ser la única forma de presentación en la infección activa. (5)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define hasta mayo de 2021 a los casos confirmados de Covid-19 como:

- Individuos que han dado positivo en una prueba de amplificación de ácidos nucleicos del SARS-CoV-2
- Individuos con resultado positivo en una prueba rápida de detección de antígenos del SARS-CoV-2 y que presenta aparición súbita de fiebre y tos
- Individuos con aparición súbita de tres o más signos o síntomas de la lista siguiente:
  - Fiebre
  - Tos
  - Debilidad general/fatiga
  - Cefalea
  - Mialgia

- Dolor de garganta
  - Resfriado nasal
  - Disnea
  - Anorexia/náuseas/vómitos
  - Diarrea
  - Estado mental alterado
- Cualquier paciente con enfermedad respiratoria aguda grave (ERAG: infección respiratoria aguda con antecedentes de fiebre o fiebre medida igual o superior a 38 °C; y tos; con inicio en los últimos 10 días; y que precisa hospitalización). (6)
  - Individuo asintomático que ha dado positivo en una prueba rápida de detección de antígenos del SARS CoV 2 Y que es contacto de un caso probable o confirmado. (6)

Se establece que el cuadro leve incluye sintomatología de tracto respiratorio superior incluyendo fiebre, fatiga, mialgias, rinorrea y coriza; manifestaciones digestivas como diarrea, náusea y vómito.

El cuadro moderado se define como neumonía documentada, fiebre, tos seca, en la exploración es posible encontrar estertores, taquipnea (<2meses:≥ 60;2–11meses:≥ 50;1–5 años:≥ 40), no hay dificultad respiratoria ni hipoxemia, se incluyen también aquellos pacientes asintomáticos que presentan alteraciones pulmonares en la radiografía o tomografía de tórax.

En el cuadro grave se pueden presentar los síntomas antes descritos, además de progresión hacia la dificultad respiratoria, disnea, cianosis, hipoxemia y evidencia de disminución de la saturación de hemoglobina por debajo del 92%.

El cuadro crítico se describe al presentar insuficiencia respiratoria, encefalopatía, choque, disfunción cardíaca, coagulopatía, falla renal aguda, falla hepática e inclusive multiorgánica. (7)

De Souza publica en abril de 2020 una revisión sistemática que incluye 38 estudios con un total de 1121 niños, se catalogaron en las 5 categorías reportando como asintomáticos a un 14.9%; niños con infección leve 36.3%, pacientes con cuadro moderado 46%, infección severa en un 2.1% y pacientes en condición crítica 1.2%. (8)

Wang realiza un análisis a los primeros casos en niños admitidos en Wuhan hasta marzo de 2020 donde analiza un total de 43 pacientes a quienes dividió en 2 grupos de acuerdo a severidad: el 18% presentó enfermedad grave y el 82% fue catalogado como no grave; tomó en cuenta la edad de los pacientes, donde el menor contaba con 11 meses y el mayor con 13 años. Reportó que la edad no era factor determinante en la gravedad, ya que las medianas de ambos grupos fueron similares y sin significancia estadística. (9)

En cuanto a los paraclínicos que analizó en busca de un predictor de gravedad en estos pacientes enuncia a la ocupación de más de 3 segmentos pulmonares documentados por tomografía axial computarizada o tele de tórax; no pudo establecer asociación de gravedad con parámetros bioquímicos.(9)

## **MARCO TEÓRICO:**

Changyang Xing publica en abril de 2020 un estudio realizado en 20 pacientes adultos con Covid 19 confirmado por PCR, a los que dividió de acuerdo a la gravedad del cuadro en concordancia con los criterios de la OMS, incluyó 4 casos moderados, 5 casos severos y 11 catalogados como críticos a los que les realizaron ecografía pulmonar al ingreso y en algunos casos se logró dar seguimiento semanal, no obstante, no se realizó evaluación subsecuente a todos, ni se detallan los hallazgos en las evaluaciones posteriores, que nos ayudarían a hacer inferencias sobre la evolución de la patología pulmonar, lo que puede considerarse una desventaja. Al realizar las evaluaciones ultrasonográficas encontraron patrones anormales descritos como líneas B en el 100% de su muestra, alteraciones de la línea pleural en el 100%, consolidaciones subpleurales en un 50% y derrame pleural en el 9%. En el grupo clasificado como cuadro moderado no se encontraron imágenes concordantes con consolidaciones y el único caso de derrame pleural se encontró en un paciente crítico. (10)

Por su parte Mouhand F. y colaboradores en abril de 2020 realizaron una revisión sistemática, analizaron 6 estudios observacionales y una serie de casos, todos realizados en población adulta, reuniendo un total de 122 pacientes, en los cuales se reportó una aparición de líneas B en el 97%, alteraciones de la línea pleural en 70% y el resto de los patrones anormales fueron heterogéneos en los estudios incluidos, por lo que no se pudo emitir un porcentaje con valor estadístico. Uno de los criterios de exclusión para este estudio fueron las publicaciones que incluyeran al menos un niño dentro de su población, lo que da pie a que las inferencias obtenidas en este meta análisis sean controvertidas para su aplicación en población pediátrica. (11)

Anna María Musolino da a conocer en Abril de 2020 un estudio realizado en Roma en el que incluye a 10 niños hospitalizados con diagnóstico de Covid 19 a los que se les realizó una ecografía pulmonar con un dispositivo de bolsillo. El estudio de ultrasonido fue realizado por médicos pediatras con adiestramiento en ecografía crítica. Entre las particularidades de su población se encuentra el hecho de que todos los pacientes presentaban sintomatología al momento del ingreso reportando fiebre en el 80%, tos 50%, diarrea 20%, cefalea 30%. En la totalidad de sus evaluaciones se encontraron patrones anormales descritos como líneas B o alteraciones en la línea pleural; ninguno de sus pacientes presentó derrame pleural, consolidaciones subpleurales o neumotórax, además de que no se especifica la gravedad del cuadro que presentaban al ingreso, lo que sumado a la muestra pequeña en este estudio puede ser la causa de que no se encuentren toda la variedad de patrones descritos en otros estudios. Se menciona que a uno de los pacientes se le realizó tomografía axial computarizada de tórax y que los hallazgos son concordantes con los del ultrasonido, pero la topografía de las lesiones no concuerda entre una imagen y otra, además el ultrasonido no muestra imágenes patológicas similares a lo descrito en la tomografía y la radiografía como podría esperarse. En sus conclusiones resaltan la importancia del uso del ultrasonido para la evaluación de patología pulmonar en niños con diagnóstico confirmado de Covid 19, cuya finalidad es diagnóstico pulmonar y seguimiento de dichas alteraciones. (12)

En Julio de 2020 Marco Denina y colaboradores publican los resultados de un estudio realizado en Italia, donde se incluyen a 8 niños hospitalizados con diagnóstico de Covid 19, que fueron clasificados de acuerdo a las definiciones de la OMS, por lo que 2 casos fueron graves, 2 moderados y 4 leves, sin incluir en ese momento pacientes críticos. En esa misma población se especifica que ninguno de ellos ameritó el uso de dispositivos de ventilación avanzada.

En los hallazgos reportados se encuentran 2 imágenes concordantes con consolidaciones subpleurales, 5 con líneas B difusas; llama la atención que reportan el caso de un paciente sin alteraciones en la radiografía de tórax convencional pero con presencia de imagen en relación a líneas B difusas, por lo que sería conveniente realizar evaluaciones en una muestra más grande a fin de documentar alteraciones ecográficas en niños asintomáticos o con cuadros leves y que tengan imágenes radiográficas normales.

Nuevamente reportan que se realizan evaluaciones ecográficas subsecuentes a los pacientes antes del egreso, no obstante, no se detallan los hallazgos, únicamente se enuncia que se encuentra mejoría en el patrón ultrasonográfico sin brindar datos para que se apoye dicha afirmación. (13)

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

Dado que la patología pulmonar se presenta frecuentemente en niños con infección por SARS CoV 2 se hace indispensable el uso de herramientas para realizar una evaluación completa. El ultrasonido ha sido de gran utilidad en el diagnóstico de patología pulmonar de diversa etiología en niños, por lo que en el contexto de la infección por SARS CoV 2 podría ser utilizado. Los trabajos analizados en este estudio cuentan con poblaciones menores a 10 individuos por lo que no hay evidencia suficiente para apoyar su uso rutinario en estos pacientes.

El Hospital Infantil de México es un centro de tercer nivel y de referencia para pacientes de la Ciudad de México y centro del país, que desde febrero de 2020 derivado de la situación epidemiológica fue denominado “Hospital Covid 19” siendo el hospital pediátrico con mayor afluencia de pacientes con esta patología. Durante el periodo de pandemia hemos recibido cerca de 150 pacientes al mes con sospecha de infección por SARS CoV 2 de los que alrededor de 25 casos se confirman en el mismo periodo, lo que hace necesario buscar herramientas para la evaluación completa de dichos pacientes y las manifestaciones sistémicas que presenten.

Al tratarse de una enfermedad infecciosa y altamente contagiosa el traslado de los pacientes desde las áreas clínicas a las zonas destinadas a la toma de estudios de gabinete aumenta el riesgo de contagios a trabajadores y resto de usuarios del hospital, por lo que es esencial evaluar la utilidad de herramientas diagnósticas a pie de cama como es el caso del ultrasonido.

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:**

¿Cuáles son las imágenes ecográficas a nivel pulmonar que presentan los pacientes pediátricos con infección por SARS-CoV-2 admitidos en el servicio de urgencias del Hospital Infantil de México Federico Gómez?

## **JUSTIFICACIÓN:**

Las manifestaciones clínicas de los niños con infección por SARS CoV 2 son variables, por lo que se hace necesario el uso de herramientas diagnósticas que faciliten la evaluación integral de estos pacientes.

Dado que nuestro hospital es centro nacional de referencia de niños con infección por SARS CoV 2 se hace relevante la búsqueda de evidencia que apoye la utilización de esta herramienta en pacientes pediátricos con Covid 19 tengan o no sintomatología respiratoria al momento del ingreso hospitalario.

Al concluir el estudio se evaluarán los resultados y se buscará emitir recomendaciones para acciones terapéuticas y de seguimiento en estos pacientes.

## **HIPÓTESIS:**

Los pacientes pediátricos con infección por SARS CoV 2 y sintomatología respiratoria admitidos en el servicio de urgencias del Hospital Infantil de México Federico Gómez presentarán en el 100% patrón intersticial en el ultrasonido pulmonar.

## OBJETIVOS DEL ESTUDIO:

- General:
  - Identificar imágenes ecográficas patológicas en relación a patrón intersticial en el pulmón de niños con Covid-19
- Específicos:
  - Identificar la frecuencia de patrón A, sin hallazgos patológicos y deslizamiento pulmonar conservado en niños con Covid-19
  - Identificar la frecuencia de patrón B focal, con líneas B focales y línea pleural conservada en niños con Covid-19
  - Identificar la frecuencia de patrón B difuso, con líneas B bilaterales, línea pleural discontinua y de aspecto engrosado en niños con Covid-19.
  - Cuantificar la aparición de patrón de consolidación subpleural con broncograma aéreo, líneas B difusas engrosamiento de la línea pleural y disminución del deslizamiento pleural en niños con Covid-19.
  - Cuantificar la aparición de condensaciones o hepatización del tejido pulmonar, derrame pleural, condensaciones subpleurales o patrón de pulmón blanco en niños con Covid-19.

- Secundarios:
  - Identificar asociación entre las comorbilidades de los pacientes atendidos con infección por SARS CoV 2 y las alteraciones en el ultrasonido pulmonar
  - Identificar asociación de alteraciones en la ecografía pulmonar con la presencia o ausencia de sintomatología respiratoria en niños con Covid 19
  - Identificar la asociación entre las alteraciones en el ultrasonido pulmonar de niños con Covid 19 y la necesidad de distintos tipos de dispositivos de oxigenación.
  - Identificar la asociación entre la gravedad del cuadro de Covid 19 y el patrón anormal encontrado en la ecografía pulmonar.

## **METODOLOGÍA:**

- a. Diseño del estudio: Estudio transversal, observacional, analítico, prolectivo.
- b. Población de estudio: Niños menores de 18 años admitidos en la sala de urgencias del Hospital Infantil de México Federico Gómez con infección por SARS CoV 2.
- c. Criterios de inclusión: pacientes menores de 18 años, infección por SARS CoV 2 identificada por PCR.
- d. Criterios de exclusión: pacientes mayores de 18 años, pacientes que no cooperan con la realización de la ecografía

- e. Criterios de eliminación: Pacientes a quien no se confirme la Infección por SARS CoV 2 con prueba PCR
- f. Tamaño muestral: Una muestra no probabilística, por conveniencia, de acuerdo a los ingresos por Covid-19 en el periodo de estudio.
- g. Análisis y método estadístico: se realizó un análisis descriptivo de los hallazgos ecográficos en nuestra población; para las características demográficas se emplearon medidas de tendencia central (medias, frecuencias y porcentajes)  
  
Análisis inferencial: se analizaron la diferencia de proporciones por medio de la prueba exacta de Fisher y se tomó en cuenta una P significativa  $<0.05$ . Se realizó análisis por medio del programa Stata versión 13.

#### Recursos materiales

- Ecógrafos
- Transductores lineal, sectorial, convexo y microconvexo
- Gel conductivo para ultrasonografía
- Apósitos plásticos desechables
- Toallas alcoholadas
- Hoja de recolección de datos

## Recursos humanos

- Residentes de 4to y 5to año de urgencias pediátricas
- Médicos adscritos al servicio de urgencias pediátricas

Cada residente recibió una capacitación teórica de 1 hora incluida en el programa académico de la residencia médica de Urgencias pediátricas, seguida de práctica bajo supervisión estrecha por un Médico Adscrito con Diplomado en USG crítica avalado por la UNAM.

## **ASPECTOS ÉTICOS:**

El estudio se realizará de acuerdo a lo estipulado en los artículos 113 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y el artículo 3 fracciones IX y X de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de los Sujetos Obligados.

## DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
Edad cronológica	Tiempo en años que han transcurrido desde el nacimiento hasta la valoración del paciente.	Tiempo en años que presenta el paciente al momento del ingreso a la unidad de urgencias.	Cuantitativa discreta	Años
Género	Características físicas- sexuales de las pacientes registradas en el expediente.	Masculino y femenino	Cualitativa Dicotómica	Si/no
Lugar de procedencia	Lugar geográfico de origen del paciente registrado en el expediente.	Estado de la República Mexicana del que proviene el paciente.	Cualitativa politómica	Estados de la república
Comorbilidad	Patología preexistente en el paciente a la infección por Covid 19	Neurológica, Cardiológica, Gastrointestinal, Neumológica, Endocrinológica, Hematooncológica, Obesidad	Cualitativa politómica	Presente/Ausente
Sintomatología respiratoria	Síntomas de vía respiratoria al momento del ingreso hospitalario	Con sintomatología respiratoria, Sin sintomatología respiratoria	Cualitativa Dicotómica	Presente/Ausente
Clasificación de alteraciones ecográficas	Conjunto de patrones pulmonares patológicos demostrados por ultrasonografía	Muy leve, leve, moderado, grave, muy grave	Cualitativa politómica	Presente/Ausente
Dispositivo de oxigenación	Dispositivo de oxigenación adicional colocado en el paciente	Puntas nasales, mascarilla con reservorio, puntas de alto flujo, VMNI, Intubación orotraqueal	Cualitativa politómica	Presente/Ausente
Patrón ultrasonográfico	Imagen anormal en la ecografía de pulmón	Consolidación, intersticial, Mixto, Derrame pleural, neumotórax	Cualitativa politómica	Presente/Ausente

## RESULTADOS:

En el periodo comprendido entre abril de 2020 y marzo de 2021 se atendió un total de 1935 pacientes sospechosos de infección por SARS CoV2 en el servicio de urgencias del hospital infantil de México, de los cuales 272 que corresponden al 14% fueron positivos a la caracterización de dicho virus por PCR; de este total se incluyó al 42% que ameritó hospitalización, dos de ellos no cooperaron para la realización de la ecografía completa por lo que se excluyeron. El tamaño total de la muestra fue de 111 pacientes.

La edad promedio de la muestra fue 7 años, con cantidades similares de hombres y mujeres, por lo que este no fue un factor determinante en los hallazgos.

Por las características de nuestro centro hospitalario de tercer nivel recibimos pacientes de diversos estados de la República Mexicana, de igual manera en el caso de la infección por SARS CoV 2, la mayoría de los pacientes incluidos son originarios de la Ciudad de México y del Estado de México, el resto de la procedencia se detalla en la tabla 1.

VARIABLE	N=111		
	Con alteraciones USG n=67	Sin alteraciones USG n=44	
Edad Media(Min.max)	7 (2- 4)	5.5 (1-12)	*P 0.44
<b>SEXO</b>	N (%)	N (%)	
Hombres	31 (56%)	24 (43.6%)	
Mujeres	36(64%)	20(35%)	**P 0.44
<b>PROCEDENCIA</b>			
Ciudad de México	30 (60%)	20 (40%)	
Estado de México	34 (64%)	19 (35%)	
Guerrero	1(50%)	1 (50%)	
Oaxaca	1 (100%)	0 (0%)	
Veracruz	1 (33%)	2 (66%)	
Puebla	0 (0%)	1 (100%)	
Tlaxcala	0 (0%)	1 (100%)	** P 0.53

\*Prueba de U de Mann Withney para diferencia de medianas, considerando significancia estadística con una P<0.05

\*\* Prueba exacta de Fisher, considerando significancia estadística con una P < 0.05

**Tabla 1. Características epidemiológicas, de los pacientes hospitalizados con covid-19 en urgencias del Hospital Infantil De Mexico**

Dadas las características de nuestro hospital la gran parte de los pacientes que recibimos durante la pandemia por Covid-19 correspondían a niños con patologías complejas antes de contraer la infección por SARS CoV 2, por lo que resulta relevante saber si alguno de los padecimientos preexistentes los hace propensos a presentar alteraciones pulmonares demostrables por ecografía; al realizar dicho análisis encontramos que los pacientes con cardiopatía o neumopatía previa presentaron más frecuentemente alteraciones ecográficas, sin embargo se deben realizar más estudios ya que la patología de base en sí puede ser causante de dichas alteraciones. (Tabla 2)

VARIABLE	N=111		
	Con alteraciones	Sin alteraciones	
	USG n=67	USG n=44	
COMORBILIDADES	N (%)	N (%)	
Neurológicas	16 (69%)	7(30%)	P 0.34
Cardiológicas	8(88.8%)	1 (11%)	P 0.085
Gastrointestinales	3(27.7%)	8 (72%)	P 0.024
Neumológico	4(80%)	1 (20%)	P 0.646
Endocrinológico	2(66.3%)	1 (33.3%)	P 0.655
Hemato oncológico	16 (45.7%)	19 (54.2%)	P 0.038
Obesidad	5 (45.5%)	6 (54.5%)	P 0.339

Prueba exacta de Fisher, considerando significancia estadística con una  $P < 0.05$

Tabla 2. Asociación de comorbilidades y alteraciones ultrasonográficas de los pacientes hospitalizados con covid-19 en urgencias del Hospital Infantil De Mexico

En el grupo de pacientes con padecimientos gastrointestinales previos encontramos la menor frecuencia de patrones patológicos lo que denotará que son menos propensos a presentar patología pulmonar al diagnóstico de la infección por SARS CoV 2.

	CON ALTERACIONES	SIN ALTERACIONES	
	USG n=67	USG n=44	
SINTOMATOLOGÍA	N (%)	N (%)	
Sintomas respiratorios	39 (76.4%)	12 (23.5%)	
Sin síntomas respiratorios	28 (46.6%)	32 (53.3%)	P 0.002
Sintomas digestivos	23 (52.3%)	21 (47.7%)	P 1.171
Sintomas generales	37 (66%)	19 (33.9%)	P 0.247

Prueba exacta de Fisher, considerando significancia estadística con una  $P < 0.05$

Tabla 3. Asociación de sintomatología y alteraciones ecográficas en los pacientes hospitalizados con covid-19 en urgencias del Hospital Infantil De Mexico

En cuanto a la presencia de sintomatología respiratoria al momento del ingreso hospitalario encontramos que el 76% de estos pacientes presentaron patrones ultrasonográficos anormales , en comparación con el 46% de los niños en los que se evidenció alteración pulmonar sin sintomatología respiratoria; este hallazgo demuestra que los pacientes con sintomatología respiratoria previa son más propensos a presentar anomalías en el ultrasonido pulmonar, sin embargo, el grupo de aquellos que no manifiestan sintomatología respiratoria hay una cantidad considerable que presentan patrones anormales en la ultrasonografía, lo que podría en determinado momento predecir la evolución de estos pacientes hacia un cuadro neumónico. (Tabla 3)

	Con síntomas respiratorios n=51	Sin síntomas respiratorios n=60	
<b>CLASIFICACION</b>	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	
Muy leve	4 (66.6%)	2 (33.3%)	
Leve	19 (51.3%)	18 (48.6%)	
Moderado	14 (66.6%)	7 (33.3%)	
Grave	3 (60%)	2 (40%)	
Muy grave	1 (100%)	0 (0%)	P 0.017

Prueba exacta de Fisher, considerando significancia estadística con una  $P < 0.05$

Tabla 4. Asociación de los patrones ecográficos y la presencia de sintomatología respiratoria en los pacientes hospitalizados con covid-19 en urgencias del Hospital Infantil De Mexico

De la misma manera se evaluó la presencia de la sintomatología respiratoria y no respiratoria en nuestra población de estudio y su asociación con la gravedad de las alteraciones ecográficas; entre nuestros resultados destaca la mayor frecuencia de patrones leves y moderados, que se representan con líneas B, alteraciones en la línea pleural y consolidaciones subpleurales que predominan en los pacientes con sintomatología respiratoria al momento del ingreso hospitalario y en el caso del único paciente que calificó en el rubro de alteraciones muy graves también presentó sintomatología respiratoria al ingreso.

(Tabla 4)

<b>DISPOSITIVO DE VENTILACIÓN</b>	<b>Con alteraciones</b>	<b>Sin alteraciones</b>	
	<b>USG n=67</b>	<b>USG n=44</b>	
	N (%)	N (%)	
Puntas nasales	13 (68.4)	6 (31.5%)	P 0.607
Mascarilla con reservorio	9 (75%)	3(25%)	P 0.480
Puntas de alto flujo	3 (75%)	1 (25%)	P 0.48
Vmni	1 (100%)	0 (0%)	P 0.604
Intubación orotraqueal	3 (100%)	0 (0%)	P 0.216

Prueba exacta de Fisher, considerando significancia estadística con una  $P < 0.05$

Tabla 5. Asociación de alteraciones ecográficas y los dispositivos de ventilación en los pacientes hospitalizados con covid-19 en urgencias del Hospital Infantil De Mexico

Al comparar a los pacientes de acuerdo a la necesidad de dispositivos de oxigenación nos encontramos con que la mayoría de estos requirieron puntas nasales y que el 68% de este grupo presentó alteraciones pulmonares demostrables por ecografía; así mismo en el resto de dispositivos de oxigenación arriba del 75% presentó patrones patológicos en la ultrasonografía. (Tabla 5)

GRAVEDAD	Consolidación	Intersticial	Derrame pleural	Neumotoráx	TOTAL	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)		
Leve	1 (14.2%)	5 (71.4%)	1 (14.2%)	0 (0%)	7	p:0.034
Moderado	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	5	
Grave	5 (11.9%)	34 (80.9%)	2 (4.7%)	1 (2.3%)	42	
Crítico	0 (0%)	13 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	13	
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>57</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>67</b>	

Prueba exacta de Fisher, considerando significancia estadística con una  $P < 0.05$

Tabla 6. Gravedad del cuadro de Covid 19 y su asociación con los patrones ecográficos anormales en los pacientes pediátricos del servicio de urgencias del Hospital Infantil de México

En cuanto a los patrones ecográficos encontrados en nuestro grupo de pacientes se observa la predominancia del patrón intersticial sin importar la gravedad del cuadro y que las alteraciones más graves en el ultrasonido corresponden a clínica severa en los niños con Covid 19. (Tabla 6)

## DISCUSIÓN:

En nuestro estudio se incluyeron 111 pacientes con diagnóstico confirmado por PCR para infección por SARS CoV 2, en los cuales la edad promedio fue de 7 años, se trata del estudio de ecografía pulmonar en niños con la muestra más grande reportada al momento, lo cual le da un peso importante a los hallazgos derivados de este análisis.

Solo en el 60% de los pacientes incluidos se pudo demostrar alteración pulmonar mediante la ecografía a pie de cama, a diferencia de los estudios previamente publicados en niños donde se reportan patrones anormales hasta en el 100% de la muestra, con lo que se evidencía que no todos los niños con infección por SARS CoV 2 presentan alteraciones pulmonares.

En cuanto a la sintomatología al momento del ingreso de los pacientes solo el 45% de ellos referían manifestaciones respiratorias, en contraste con las series publicadas en niños donde el 100% de su muestra presentaba síntomas respiratorios, lo que enriquece nuestra aportación ya que se encuentran alteraciones pulmonares evidenciables por ultrasonografía en niños que no manifiestan sintomatología respiratoria al ingreso convirtiéndose en un área de oportunidad clínica y pronóstica del uso de la ecografía pulmonar a pie de cama en niños con diagnóstico confirmado de Covid 19.

Al igual que en los estudios publicados tanto en niños como en adultos los patrones pulmonares más frecuentemente encontrados son las líneas B focales y difusas, las alteraciones de la línea pleural y las consolidaciones subpleurales, y en su minoría el derrame pleural y el neumotórax que se presentan en cuadros de Covid 19 de mayor gravedad.

Las comorbilidades como neumopatía y cardiopatía previa pueden ser causa de alteraciones ultrasonográficas y su mayor frecuencia en este estudio se debe tomar cautelosamente, sin embargo, la conducta terapéutica no varía de acuerdo a la causa de la patología pulmonar y no debe interferir en el manejo de estos niños.

No encontramos estudios publicados a la fecha donde se relacionen las alteraciones ecográficas en el pulmón de los niños con Covid 19 y su necesidad de dispositivos de oxigenación.

En nuestro estudio obtuvimos una asociación en pacientes que requieren utilizar puntas nasales y que presentan un patrón intersticial en un 92%.

La gravedad del cuadro no interfiere en el grado de alteración que se encuentra al realizar la evaluación ecográfica pulmonar, por lo que no encontramos asociaciones.

### **CONCLUSIÓN:**

Sin importar la severidad en la presentación clínica el patrón intersticial es el predominante al realizar ecografía pulmonar en los niños con Covid 19.

La mayoría de los niños con Covid 19 que presentan sintomatología respiratoria al momento del ingreso cuentan con patrones anormales en la ecografía pulmonar (76.4%), no obstante, una cantidad importante de pacientes sin sintomatología respiratoria al ingreso a urgencias también presenta dichas anomalías (46.6%). Recomendamos el seguimiento estrecho de la evolución ventilatoria en estos niños y posiblemente en futuros estudios realizar evaluaciones subsecuentes a fin de establecer si en algún momento estos niños presentan deterioro ventilatorio.

La gravedad de las alteraciones pulmonares demostradas por ultrasonido no está relacionada con la necesidad de dispositivos avanzados para la ventilación en niños con infección por SARS CoV 2.

Los niños con Covid 19 que presentan historia de cardiopatía o neumopatía previa presentan más frecuentemente patrones ultrasonográficos anormales, sin ser posible distinguir por medio de la ecografía su etiología.

Nuestro estudio incluyó pacientes pediátricos tanto sanos como con comorbilidades que son atendidas en un tercer nivel, las asociaciones encontradas pueden estar relacionadas a todos los niveles de atención con lo que puede considerarse que tiene validez externa.

Tomando en cuenta las deficiencias en infraestructura en conjunto con la reestructuración de las unidades diagnósticas para la protección del personal nos vimos en la necesidad de hacer un mejor uso de las herramientas con las que contamos dentro del servicio, de manera especial el ultrasonido pulmonar ha apoyado para mejorar la atención de todos nuestros niños con Covid19 y disminuir la exposición de trabajadores y usuarios de nuestras instalaciones.

### **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:**



## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Chaolin H, Yeming W, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020.
2. Tezer H, Bedir T. Novel coronavirus disease (COVID-19) in children. *Turkish Journal of Medical Sciences*. 2020.
3. Dong Y, Mo X, et al. Epidemiology of COVID-19 among children in China. *Pediatrics*. 2020.
4. Lee P, Chen P, et al. Are children less susceptible to COVID-19? *Journal of Microbiology Immunology and Infection*. 2020.
5. Jianton S, et al. COVID-19 epidemic: Disease characteristics in children. *Journal of Medical Virology*. 2020.
6. Definiciones de casos para la vigilancia COVID-19. OPS. 2020.
7. Manejo clínico de la Covid-19. OMS. 2020.
8. Nadal J, Pereira R, et al. Clinical manifestations of children with COVID-19: A systematic review. *Pediatric Pulmonology*. 2020.
9. Wang Y, Zhu F, et al. Children Hospitalized With Severe COVID-19 in Wuhan. *The Pediatric Infectious Disease Journal*. 2020.
10. Xing C, Li Q, et al. Lung ultrasound findings in patients with COVID-19 pneumonia. *Critical Care*. 2020.

11. Al-Shokri S, Yousaf Z, et al. Frequency of Abnormalities Detected by Point-of-Care Lung Ultrasound in Symptomatic COVID-19 Patients: Systematic Review and Meta-Analysis. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 2020.
12. Musolino A, Supino M, et al. LUNG ULTRASOUND IN CHILDREN WITH COVID-19: PRELIMINARY FINDINGS. *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2020.
13. Denina M, Scolfaro C, et al. Lung Ultrasound in Children With COVID-19. *Pediatrics*. 2020.
14. Bobillo S, Girona M, et al. Lung ultrasound in children: What does it give us? *Pediatric Respiratory Reviews*. 2019.
15. See KC, Ong V, et al. Lung ultrasound training: curriculum implementation and learning trajectory among respiratory therapists. *Intensive Care Med*. 2016.
16. Heiberg J, Hansen L, et al. Point-of-Care Clinical Ultrasound for Medical Students. *Ultrasound Int Open*. 2015.
17. Lichtenstein D. BLUE- Protocol and FALLS- Protocol Two Applications of Lung Ultrasound in the Critically Ill. *Advances in Chest Medicine*. 2015.
18. Gargani L. Ultrasound of the Lungs More than a Room with a View. *Heart Failure the Clinics*. 2019.
19. Hassan M, Rahman N. Chest wall and parietal pleura. *European Respiratory Society*. 2018.

20. Alerhand S, Graumann O. Physics and basic principles. European Respiratory Society. 2018.
21. Laursen C, et al. Technique and protocols. European Respiratory Society. 2018.
22. Rincón J. Manual de ULTRASONIDO En Terapia Intensiva y Emergencias. Editorial Prado. Segunda edición 2017.
23. Hirschhaut E, Delgado C. ECOGRAFÍA PULMONAR: CIENCIA O FICCIÓN. Salus Militiae. 2016.
24. Khanna P. Ultrasound in Critical Care. Jaypee Brothers Medical. First edition 2019.
25. Vollmer I, Gayete A. Ecografía torácica. ARCHIVOS DE BRONCONEUMOLOGÍA. 2010.
26. Lichtenstein D. Ultrasound in the management of thoracic disease. Crit Care Med. 2007.
27. Agricola E, Bove T, et al. "Ultrasound Comet- Tail Images": A Marker Of Pulmonary Edema A comparative Study With Wedge Pressure And Extravascular Lung Water. Chest Journal. 2005.
28. Volpicelli G. Sonographic diagnosis of pneumothorax. Intensive Care Med. 2010.
29. Matsumoto S, Sekine K, et al. Diagnostic accuracy of oblique chest radiograph for occult pneumothorax: comparison with ultrasonography. World journal of Emergency Surgery. 2016.

30. Lui J, Banauch G. Diagnostic Bedside Ultrasonography for Acute Respiratory Failure and Severe Hypoxemia in the Medical Intensive Care Unit: Basics and Comprehensive Approaches. *Journal of Intensive Care Medicine*. 2016.
31. Lichtenstein D, Hulot J, et al. Feasibility and safety of ultrasound-aided thoracentesis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med*. 1999.
32. Lichtenstein D, Lascols N, et al. Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med*. 2004.
33. Lichtenstein D, Biderman P, et al. The Comet- tail Artifact An Ultrasound Sign of Alveolar- Interstitial Syndrome. *AM J RESPIR CRIT CARE MED*. 1997.
34. Lichtenstein D, Biderman P, et al. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med*. 1999.
35. Lichtenstein D, Biderman P, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med*. 2005.
36. Zirui M, Rénia L, et al. The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention. *Nat Rev Immunol*. 2020.
37. Roujian L, et al. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *Lancet*. 2020.
38. Buonsenso D. Children with Covid-19 in Pediatric Emergency Departments in Italy. *The New England Journal of Medicine*. 2020.

39. Ding Y, et al. Clinical Characteristics of Children With COVID-19: A Meta-Analysis. *Frontiers in Pediatrics*. 2020.

#### **LIMITACIONES DEL ESTUDIO:**

No se realizó comparación con otro método de imagen en la evaluación de niños con Covid 19.

Se incluyeron niños con cardiopatía y neumopatía previa, que presentan por sí mismos alteraciones pulmonares susceptibles de observación por ecografía.

No se realizó evaluación subsecuente a los pacientes hospitalizados, lo que podría contribuir al análisis de la evolución pulmonar de estos niños.

## ANEXOS:

**PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN**  
**ULTRASONIDO PULMONAR EN PACIENTE CON SOSPECHA DE INFECCIÓN POR COVID**  
**(HOJA LLENADA POR RESIDENTE DE URGENCIAS)**

Nombre: \_\_\_\_\_ N° de registro: \_\_\_\_\_ fecha: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

PROTEGE EL EQUIPO/ lista de cotejo

Limpieza previa y completa con toallas con alcohol	
Colocación de plástico en teclado y controles	
Colocación de plástico en monitor	
Colocación de plástico en cable y mango de transductor sin cubrir la punta	
Asegura que no se obstruyan los ductos de ventilación	
Antes de empezar coloca gel y plástico estéril (Tegaderm o preservativo) en la punta del transductor	
Cortar punta de funda de transductor	
Limpieza completa con toallas con alcohol	
Antes de salir del área amarilla retira los plásticos del dispositivo	

### SIGNOS Y SÍNTOMAS QUE PRESENTA EL PACIENTE

SIGNOS Y SÍNTOMAS	PRESENTE	AUSENTE
PIREXIA > 38°C		
TAQUIPNEA PARA LA EDAD		
TOS		
ESTERETORES CREPITANTES O SIBILANCIAS		
DOLOR TORACICO		

Tiempo de evolución del cuadro:

Taquipnea por edad:

<2m: >60 resp/min
2-12 m: >50 resp/min
>1 – 5 a: >40 resp /min
>5 a: >20

**HALLAZGOS DE LA ULTRASONOGRAFIA PULMONAR.** Sonda utilizada:

**Pulmón Derecho**

Patrón ecográfico	Segmento anterior		Segmento lateral		Segmento posterior	
	Superior (1)	Inferior (2)	Superior (3)	Inferior (4)	Superior (5)	Inferior (6)
Consolidación						
Patrón intersticial (líneas B)						
Patrón mixto						
Derrame pleural						
Broncograma aérea						
normal						

**Pulmón Izquierdo**

Patrón ecográfico	Segmento anterior		Segmento lateral		Segmento posterior	
	Superior (1)	Inferior (2)	Superior (3)	Inferior (4)	Superior (5)	Inferior (6)
Consolidación						
Patrón intersticial						
Patrón mixto						
Derrame pleural						
Broncograma aéreo						
Normal						

 **Clasificar**

<b>Muy leve</b>	Patrón A, Sin hallazgos patológicos. Pulmón aireado. Líneas A, línea pleural normal (delgada, lisa y homogénea) y "sliding" conservado.	
<b>Leve</b>	Patrón B focal. Patrón "intersticial". Líneas B focales (igual alguna consolidación subpleural aislada). Línea pleural conservada.	
<b>Moderado</b>	Patrón B difuso. Líneas B bilaterales/difusas. Artefactos de "haz de luz". Línea pleural discontinua y de aspecto engrosado.	
<b>Grave</b>	Patrón de consolidaciones subpleurales, bilaterales, con broncograma aéreo en su interior, con líneas B difusas, artefactos de "haz de luz", y engrosamiento, interrupción e irregularidad de la línea pleural, y "sliding" disminuido.	
<b>Muy Grave</b>	Condensación/hepatización del tejido pulmonar, derrame raro y escaso y si aparece será complejo y trabeculado. Condensaciones subpleurales bilaterales, multifocales y afectación anterior y/o generalizada. "Pulmón blanco" (SDRA).	

**Prueba Covid positiva**

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_