



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA**

**“EVALUACION DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA EN PACIENTES PEDIATRICOS
POST COVID-19 DEL INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA”**

**PROTOCOLO
PARA OBTENER EL TITULO DE**

SUBESPECIALISTA EN NEUMOLOGIA PEDIATRICA

PRESENTA:

DRA. TANIA LORENA NAVARRO MONTOYA

TUTOR:

DR. GABRIEL GUTIERREZ MORALES



INP

CIUDAD DE MEXICO.

2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

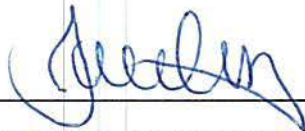
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

**“EVALUACION DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA EN PACIENTES
PEDIATRICOS POST COVID-19 DEL INSTITUTO NACIONAL DE
PEDIATRIA”**



DR. LUIS XOCHIHUA DIAZ
DIRECTOR DE ENSEÑANZA



DR. GABRIEL GUTIERREZ MORALES
ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO



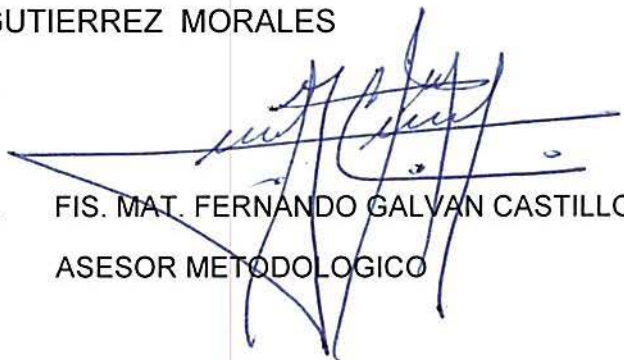
DR. FRANCISCO CUEVAS SCHACHT
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEUMOLOGIA Y CIRUGIA DE TORAX
PEDIATRICA



TUTOR DE TESIS
DR. GABRIEL GUTIERREZ MORALES



DRA. PATRICIA CRAVIOTO QUINTANA
ASESOR METODOLOGICO



FIS. MAT. FERNANDO GALVAN CASTILLO
ASESOR METODOLOGICO

ÍNDICE

Antecedentes.....	4
Definición del problema de salud a tratar.....	4
Fisiopatología.....	5
Epidemiología y estadísticas.....	6
Diagnóstico.....	8
Tratamiento.....	23
Planteamiento del problema.....	26
Pregunta de investigación.....	27
Justificación.....	27
Objetivo general	27
Objetivos específicos.....	27
Material y método.....	28
Variables.....	29
Tamaño de muestra.....	30
Análisis estadístico	31
Consideraciones éticas.....	31
Resultados.....	32
Discusión.....	36
Conclusión.....	38
Limitaciones del estudio.....	38
Referencias.....	39

ANTECEDENTES:

1.- Definición del problema de salud a tratar:

Los coronavirus son una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades tanto en animales como en humanos. En los humanos, se conoce que varios coronavirus causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) o el síndrome respiratorio agudo severo (SARS).¹

El 31 de diciembre de 2019, las autoridades chinas notificaron a la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre la presencia de un brote de neumonía en la ciudad de Wuhan, que más tarde se clasificó como una nueva enfermedad: COVID-19, siendo una nueva cepa de coronavirus, el SARSCOV-2, identificada por primera vez. El 30 de enero de 2020, la OMS declaró el brote como "Emergencia de salud pública de preocupación internacional". Finalmente, el 11 de marzo de 2020, COVID-19 fue categorizado como pandemia². Cuenta con un espectro de manifestaciones clínicas a nivel de varios órganos y sistemas del cuerpo humano; la evidente manifestación clínica respiratoria llevó inicialmente a los reportes a destacar que el virus afectaba principalmente la función respiratoria, relacionado con un severo síndrome respiratorio agudo provocado por el SARS-CoV-2. Sin embargo, las secuelas pulmonares son solo parte del espectro de consecuencias de la COVID-19. Los efectos de la infección viral provocan secuelas cardiovasculares, neurológicas, respiratorias, musculoesqueléticas, neuropsiquiátricas y psicológicas. Así, los pacientes que se han recuperado de una neumonía severa por COVID-19, van a requerir equipos de rehabilitación especializados para cuantificar el impacto funcional de los efectos pulmonares y extra-pulmonares de la enfermedad, tanto en la actividad física como en el nivel de funcionalidad diaria.

Un escenario más complejo puede afectar a los pacientes sobrevivientes a la infección, resultando en limitaciones funcionales significativas en sus actividades de la vida diaria, como caminar o bañarse. La incapacidad en realizar las actividades de la vida diaria está asociada con mayores gastos médicos, mayor número de hospitalizaciones, aumento del riesgo de institucionalización y mayor índice de mortalidad³.

El estudio de la función pulmonar es clave en la evaluación diagnóstica y el seguimiento de los pacientes con enfermedades respiratorias; además tiene otras aplicaciones clínicas

muy importantes, como son la evaluación de discapacidad y el pronóstico respiratorio. La información que proporcionan es objetiva, precisa, reproducible y fiable.

Son numerosas las pruebas funcionales respiratorias, y cada una tiene sus indicaciones. Las que podemos denominar como pruebas de función respiratoria básicas son la espirometría basal y curva flujo volumen, la prueba broncodilatadora y la gasometría arterial. Otras pruebas importantes en la práctica clínica son la prueba de transferencia de monóxido de carbono, la determinación de los volúmenes pulmonares, las pruebas de provocación bronquial, las pruebas de ejercicio y la determinación de las presiones musculares máximas.

Para la realización de todas estas pruebas necesitamos distintos equipos que deben cumplir los requisitos técnicos que se establecen en las normativas vigentes . Igualmente es imprescindible comprobar la calibración de los aparatos previa a su uso, así como seguir las normas de control de la infección e higiene establecidas . El personal que realiza las pruebas debe estar familiarizado con los equipos y tener la experiencia suficiente en su realización para obtener resultados de calidad. El paciente debe seguir las instrucciones previas de preparación y se le debe explicar cómo realizar correctamente la prueba ⁴.

2.- Fisiopatología

El virus SARS-CoV-2 tiene un genoma ARN de sentido positivo y produce la enfermedad COVID-19 (enfermedad por coronavirus 2019). Se caracteriza por un período de incubación de 3 a 12 días con promedio de 5.1 días y con síntomas que se manifiestan recién a los 11.5 días ($DS \pm 8.2$ a 11.6) . Esto es de relevancia epidemiológica, al posibilitar el contagio antes que el paciente presente síntomas ¹⁵. Generalmente, los síntomas de la enfermedad son leves: fiebre, tos, dolor de garganta. La disnea, si está presente, tiene la particularidad de no ser siempre percibida por el paciente, especialmente en sus inicios, lo cual contribuye a la demora en el reconocimiento de la severidad de la enfermedad. El SARS-CoV-2, como otros coronavirus, se transmite por gotitas respiratorias, que con el flujo inspiratorio van a terminar impactando distalmente en el aparato respiratorio, en la periferia del pulmón. En los alveolos, por intermedio de la unión de la glucoproteína S viral al receptor ECA-29-12 alveolar ingresa al citoplasma del neumonocito, donde comienza su replicación a nivel ribosomal, generando copias genómicas y múltiples especies de ARN subgenómicos por transcripción discontinua, requeridos en la elaboración de diferentes proteínas virales.

La replicación activa y la liberación del virus hacen que la célula infectada sufra piroptosis, una forma de apoptosis mediada por caspasa 1 altamente inflamatoria, que expone sustancias intracelulares al endotelio vascular. Estas son reconocidas por las células epiteliales vecinas, las células endoteliales y los macrófagos alveolares, desencadenando la tormenta de citoquinas y quimiocinas proinflamatorias (incluidas IL-6, IL-10, proteína inflamatoria de macrófagos). Estas proteínas atraen monocitos, macrófagos y células T al sitio de la infección, promoviendo una mayor inflamación y estableciendo un circuito de retroalimentación proinflamatoria que deriva en la imagen de vidrio esmerilado observada en la tomografía, líneas B y haz de luz en la ecografía pulmonar, con el desarrollo de la hipoxemia ¹³.

Los mecanismos de activación de la coagulación por COVID-19 no han sido aun completamente dilucidados, pero la lesión endotelial por la piroptosis puede desencadenar la formación de trombos locales luego de la lesión del endotelio, generando un área de ventilación perfusión (V/Q) de "cero" ¹⁵ aumentando la inflamación local del intersticio.

La lesión inicial al momento de la consulta se manifiesta en las imágenes, especialmente en la tomografía computada, como vidrio esmerilado periférico con una sensibilidad del 86% , y en la radiografía de tórax con una sensibilidad del 59% ¹⁶.

Con la clínica inicial y la presencia de alteraciones patológicas en estudios por imágenes, nos encontramos frente al diagnóstico de neumonía por COVID-19, y cuando se profundiza la hipoxemia con requerimiento de ventilación mecánica la enfermedad progresa al distrés respiratorio.

3.- Epidemiología y estadísticas:

La literatura actual esta basada en población adulta; en la edad pediátrica aun no se cuenta con estudios concluyentes descritos sobre la alteración de pruebas de función respiratoria, sin embargo la literatura existente ha mostrado una alta prevalencia de alteración de la capacidad de difusión , excepto un reporte que mostró una prevalencia 3 veces menor que los demás estudios ^{5,9} . Una de las diferencias entre estos trabajos es el momento de la evaluación. Zhao et al., que reportaron una prevalencia de un 16% de alteración de la capacidad de difusión, realizaron las pruebas de función respiratoria tres meses después del alta ⁶ . Los otros tres estudios que reportaron prevalencias entre 44%

y el 56% ⁷, realizaron las pruebas de función respiratoria durante el primer mes pos infección (Tabla 1).

Tabla 1. Interpretación de pruebas de función pulmonar

	Frija-Masson et al, (n=50)	Huang et al, (n=57)	Li et al, (n=18)	Mo et al, (n=110)	You et al, (n=18)	Zhao et al, (n=55)
Patrón Restrictivo, n (%)	13 (26)	7 (12.3) ^b	5 (27.7)	10 (9.09) ^a 27 (25) ^c	3 (16.7) ^a	6 (10.9) ^c 4 (7.3) ^d
Patrón Obstructivo, n (%)	2 (4)	6 (10.5)	1 (5.5)	5 (4.55) ^c	3 (16.7) ^c	NR
Alteración de la difusión, n (%)	22 (44)	30 (52.6) ^c	NR	51 (47.22) ^d	NR	9 (16.4) ^c
Momento de la evaluación	30 días después del inicio de los síntomas	30 días después del alta hospitalaria	Próximo al alta hospitalaria	27.9±7 días después del inicio de los síntomas	38±13.4 días después del alta hospitalaria	3 meses posterior al alta hospitalaria

Abreviaciones: CPT: Capacidad pulmonar total; CVF: Capacidad vital forzada; DLCO: Capacidad de difusión de los pulmones para monóxido de carbono; NR: No reportado; VEF1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.

^a autores reportan valores bajo el 80% del valor predicho para CVF

^b autores reportan valores bajo el 80% del valor predicho para CPT

^c autores reportan valores bajo el 70% del valor predicho para VEF1/CVF

^d autores reportan valores bajo el 80% del valor predicho para DLCO

^eValores bajo el predicho para CVF

^fValores bajo el predicho para CPT

Tabla tomada de "Zhao Y, Shang Y, Song W, Li Q, Xie H, Xu Q, et al. Follow-up study of the pulmonary function and related physiological characteristics of COVID-19 survivors three months after recovery. EClinicalMedicine. 2020 Aug;25:100463".

La literatura reporta una prevalencia de patrón restrictivo solo en aproximadamente un 15% del total de los pacientes ¹⁰. Las guías de práctica clínica actuales sugieren un patrón restrictivo si la relación VEF 1 /CVF es mayor o igual al límite inferior de normalidad (LIN) y la CVF es menor al LIN, lo que debería ser confirmado con la evaluación de la capacidad pulmonar total.

Respecto al patrón obstructivo, los informes reportan una prevalencia de aproximadamente un 7% ¹⁰. Sin embargo, los autores de los trabajos revisados presentan diferencias en el criterio del punto de corte para la alteración obstructiva: Frija-Masson et al. usaron el LIN de los valores de GLI 18 ; Mo et al. usaron la relación VEF 1 /CVF con un punto de corte de 70% ²⁰ y Huang et al. usaron la relación VEF 1 /CVF, pero con un punto de corte de 80%. Además, Huang et al. determinaron un deterioro leve en un 44%,

pero luego reportaron que solo un 10.5% de los pacientes tuvieron un patrón obstructivo, sin indicar el método usado ¹¹.

Así, una revisión acuciosa de las metodologías descritas en cada reporte es necesaria, junto con reforzar el uso del LIN de los valores de referencia para homogeneizar los hallazgos de patrones obstructivos y así obtener resultados más confiables.

Una variable contundente importante en el análisis del patrón obstructivo es la presencia de enfermedades respiratorias crónicas como comorbilidades.

Se sabe actualmente que la enfermedad leve definida como aquellos pacientes que cursan asintomáticos, rinitis y neumonía leve ocurren en la población adulta en un 81% de los casos; la enfermedad grave definida como la presencia de disnea, frecuencia respiratoria elevada, saturación de oxígeno por oxímetro de pulso menor de 94%, cociente presión arterial de oxígeno/ fracción inspirada de oxígeno (PaO₂/FiO₂) menor de 300, y/o infiltrados pulmonares mayor al 50% dentro de las primeras 24 a 48 horas, ocurren en el 14% de los casos y la enfermedad crítica definida como insuficiencia respiratoria, shock séptico y/o disfunción orgánica múltiple ocurre en el 5% de los casos. En población adulta se describe que de los pacientes críticos aproximadamente el 50% fallecen y los sobrevivientes tienen una alta probabilidad de presentar secuelas pulmonares.

4.- Diagnóstico

Se pueden realizar diferentes tipos de evaluaciones de la función respiratoria de forma objetiva, siendo la espirometría, la capacidad de difusión y la medición de los volúmenes pulmonares las pruebas de función pulmonar más utilizadas. Sin embargo, otras pruebas que complementan a las pruebas de función respiratoria, como la evaluación de los músculos respiratorios o la medición de la resistencia de la vía aérea, pueden ayudar a mejorar el estudio de las funciones del pulmón, permitiendo determinar las consecuencias de la enfermedad respiratoria aguda o crónica de manera más objetiva ³. Un aspecto importante a considerar es el momento ideal para realizar las pruebas de evaluación respiratoria.

La guía de la British Thoracic Society (BTS) recomienda la evaluación de las pruebas de función respiratoria tres meses posteriores al alta, especialmente en el seguimiento de pacientes con sospecha de enfermedad intersticial ⁸.

Evaluación funcional

La evaluación de la capacidad funcional puede ser usada para varios propósitos, como la evaluación de las secuelas en la capacidad física , el plan de intervención apropiado o la desaturación asociada al esfuerzo físico ³.

El desempeño durante la realización de las AVDs (actividades de la vida diaria) en pacientes post-COVID-19, deben ser evaluadas debido a las consecuencias del reposo prolongado en cama y/o al uso de ventilación mecánica invasiva y en algunos casos al uso de sedantes.

La importancia de las AVDs radica, principalmente, en que permiten estratificar fácilmente a los pacientes por nivel de dependencia y/o limitaciones de actividad y así orientar las estrategias de rehabilitación por grupos con necesidades similares , por lo que está ampliamente recomendado, que las AVDs y las evaluaciones de la capacidad física se utilicen para evaluar el estado de salud de las personas que son aquellas más gravemente afectadas por la COVID-19 ³.

El test de marcha de 6 minutos ha sido el instrumento más utilizado en pacientes post COVID-19. Es un test simple y de fácil aplicación, es barato, estandarizado, con valores de referencia y su uso es bastante amplio en la práctica clínica¹² . Provee información importante respecto a la capacidad de ejercicio sub-máxima (en algunos casos máxima) y es muy útil para la monitorización de pacientes con enfermedad cardiovascular y respiratoria . Analiza las interacciones entre los sistemas cardiovascular, respiratorio y musculoesquelético.

En la unidad de cuidados intensivos (UCI) uno de los problemas más frecuentes de los sobrevivientes de COVID-19 es la debilidad muscular, la cual está habitualmente asociada a la condición crítica en relación al riesgo vital .

En personas que sobreviven a la enfermedad crítica, la prevalencia de debilidad adquirida en la Unidad de cuidados intensivos es un factor que está relacionado con la debilidad muscular siendo su prevalencia cercana al 40% ¹² .

Prueba de caminata 6 minutos

El propósito de la prueba de caminata de seis minutos es medir la distancia máxima que un individuo puede recorrer durante un período de seis minutos caminando tan rápido como le sea posible. De acuerdo con la velocidad a la cual camina una persona, se determinarán los metros recorridos. Se lleva a cabo en un corredor con longitud de 30 metros, de superficie plana, preferentemente en interiores y evitando el tránsito de personas ajenas a la prueba. Evalúa, de manera integrada, la respuesta de los sistemas respiratorio, cardiovascular, metabólico, musculoesquelético y neurosensorial que el individuo desarrolla durante el ejercicio. Esta prueba suele considerarse como una prueba submáxima de ejercicio; sin embargo, algunas personas pueden alcanzar su máxima capacidad para ejercitarse. ¹⁷

Esta prueba tiene indicaciones y contraindicaciones las cuales se muestran en la tabla 2 y tabla 3 respectivamente.

Tabla 2. Indicaciones de caminata de 6 minutos

Comparaciones pre y post tratamiento en:

- a) **Trasplante de pulmón**
- b) **Resección de pulmón**
- c) **Cirugía tiracica de reducción de volumen**
- d) **Rehabilitación pulmonar**
- e) **EPOC**
- f) **Hipertensión pulmonar**
- g) **Insuficiencia cardiaca**

Evaluación del estado pulmonar

- a) **EPOC**
 - b) **Fibrosis quística**
 - c) **Insuficiencia cardiaca**
 - d) **Enfermedad vascular periférica**
 - e) **Fibromialgia**
 - f) **Pacientes ancianos**
-

Predictor de morbilidad y mortalidad

- a) Insuficiencia cardíaca
- b) EPOC
- c) Hipertensión pulmonar

Tabla adaptada de "Gochicoa-Rangel L, Mora-Romero U, Guerrero-Zúñiga S, Silva-Cerón M, Cid-Juárez S, Velázquez-Uncal M, et al. Prueba de caminata de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. Neumología y cirugía de tórax [Internet]. 2015 Jun 1;74(2):127-36. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462015000200008".

Tabla 3. Contraindicaciones de caminata de 6 minutos

Contraindicaciones para la prueba de caminata de 6 minutos
ABSOLUTAS
a) Infarto reciente (3.5 días)
b) Angina inestable
c) Arritmias no controladas que generen síntomas o compromiso hemodinámico
d) Sincope
e) Endocarditis , miocarditis o pericarditis aguda
f) Estenosis aortica grave o sintomática
g) Insuficiencia cardíaca no controlada
h) Tromboembolia pulmonar o infarto pulmonar reciente
i) Trombosis de extremidades inferiores
j) Sospecha de aneurisma disecante
k) Asma no controlada
l) Edema pulmonar
m) Insuficiencia respiratoria aguda
n) Enfermedad no cardiopulmonar aguda que pueda afectar la capacidad de ejercicio o agravarse por ejercicio (infección, tirotoxicosis, insuficiencia renal)
o) Trastorno mental que genere incapacidad para cooperar
RALATIVAS
a) Estenosis de la arteria coronaria izquierda
b) Estenosis valvular moderada

- c) Hipertensión arterial en reposo no tratada, sistólica > 200 mmHg o diastólica >120 mmHg
- d) Taquiarritmias o bradiarritmias
- e) Bloqueo AV de alto grado
- f) Cardiomiopatía hipertrófica
- g) Embarazo avanzado o complicado
- h) Anomalías de electrolitos
- i) Incapacidad ortopédica para caminar
- j) SpO2 en reposo < 85% (en su caso se puede realizar con oxígeno suplementario y especificar flujo. Este punto de corte es arbitrario y puede ser modificado de acuerdo a la altitud sobre el nivel del mar).
- k) Frecuencia cardíaca en reposo > 120 latidos por minuto
- l)

Tabla adaptada de "Gochicoa-Rangel L, Mora-Romero U, Guerrero-Zúñiga S, Silva-Cerón M, Cid-Juárez S, Velázquez-Uncal M, et al. Prueba de caminata de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. Neumología y cirugía de tórax [Internet]. 2015 Jun 1;74(2):127–36. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462015000200008".

El Sit-to-Stand test (STST) o prueba de sentarse y levantarse de una silla, es una prueba sustituta que se utiliza en pacientes que no tienen la capacidad de caminar en las condiciones estandarizadas descritas para el test de marcha de 6 minutos (por ejemplo, en un corredor de 30 metros). El STST puede ser usado para evaluar, tanto el riesgo de caídas, como la fuerza muscular y funcionalidad de los miembros inferiores^{13,14}. Vitale et al. utilizaron el STST en una serie de casos 34 y Simonelli et al. lo utilizó en un estudio prospectivo 24 con un amplio rango de edad. En ambos casos los pacientes mostraron valores bajo los normales, evidenciando la alteración funcional.

Otras pruebas de función respiratoria que han sido evaluadas en pacientes después de haber cursado con una infección por SARS COV2 2 se describen a continuación.

Espirometría

La espirometría es la prueba de función respiratoria más estandarizada y conocida. Evalúa las propiedades mecánicas del sistema respiratorio y es el estándar de oro para identificar obstrucción al flujo aéreo. Mide flujos y volúmenes de aire exhalado desde una inspiración máxima. La ejecución de la maniobra es sencilla, rápida y no invasiva. Los parámetros funcionales más útiles que se obtienen con la espirometría son la capacidad

vital forzada (FVC), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y el cociente FEV1 /FVC ¹⁹.

Esta prueba tiene indicaciones y contraindicaciones las cuales se muestran en la tabla 4 y tabla 5 respectivamente.

Tabla 4. Indicaciones de espirometría

DIAGNOSTICA	
	<ul style="list-style-type: none">• Evaluación de pacientes con sospecha de patología respiratoria que presenten:<ul style="list-style-type: none">→ Síntomas: disnea, tos, sibilancias, estridor→ Signos: estertores, deformidad torácica→ Estudios de gabinete y laboratorio anormales: hipoxemia, hipercapnia, policitemia, radiografía de tórax anormal• Evaluación del impacto pulmonar de una enfermedad sistémica:<ul style="list-style-type: none">→ En todo paciente con sospecha de enfermedad pulmonar intersticial (acompañada de la prueba de difusión de monóxido de carbono (DLCO))→ En todo paciente con enfermedad neuromuscular y sospecha de debilidad de músculos respiratorios• Screening de individuos con factores de riesgo de enfermedad pulmonar:<ul style="list-style-type: none">→ No está indicada de rutina en sujetos asintomáticos sin factores de riesgo→ Sujetos con síntomas o signos respiratorios y factores de riesgo (> 35 años e índice tabáctico > 10 paquetes/año; exposición laboral u ocupacional a biomasa o sustancias

(tóxicas)

- Evaluación de riesgo preoperatorio
- Pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y asma para definir si requieren modificaciones en el tratamiento
- Pacientes no conocidos con enfermedad pulmonar pero con disnea o intolerancia al ejercicio no explicable por la clínica
- Indispensable antes de cirugía de resección pulmonar
- Valoración del estado de salud antes de programas de actividad física intensa
- Examen físico rutinario

MONITORIZACION

- Antes y después de intervenciones terapéuticas en enfermedades pulmonares
- Seguimiento y pronóstico en enfermedades pulmonares:
 - En EPOC, por lo menos una vez al año para identificar a los «declinadores rápidos» (caída de FEV1 >50 mL por año)
 - En asma, al inicio del tratamiento y 3 a 6 meses después de alcanzar el control. Diferencia mínima clínicamente importante: caída en FEV1 > 10%¹⁵
 - En crisis asmáticas, si el FEV1 < 60% del predicho 1 hora después del tratamiento inicial en la sala de urgencias, se debe valorar

hospitalización

- En fibrosis quística, gradúa la gravedad de la enfermedad en leve: FEV1 (%p: porcentaje del predicho) y FVC%p normal, leve-moderada: FEV1 < 75%p y grave: FEV1 < 30%p y FVC < 40%p¹
- En fibrosis pulmonar idiopática, cada 6 meses para identificar a los «declinadores rápidos». Diferencia mínima clínicamente importante: caída en FVC >10%¹⁸
- En distrofias musculares; si el paciente aún camina y es < 12 años, se recomienda anual. Si el paciente es > 12 años, usa silla de ruedas o tiene una FVC < 80% del predicho, se recomienda cada 6 meses. (Si la FVC < 40% predicho se recomiendan maniobras de reclutamiento de volumen y tos asistida y en FVC < 30% predicho uso de ventilación mecánica no invasiva)
- Indicación de trasplante pulmonar
 - En salud ocupacional:
- Se recomienda al ingreso al trabajo y posteriormente anual. La caída del FEV1 >15% del predicho calculado de la espirometría basal sugiere una evaluación más detallada del trabajador
 - Seguimiento de sujetos expuestos tóxicos pulmonares conocidos, incluyendo fármacos

	<p>— Pacientes en régimen de quimioterapia (bleomicina, gemcitabina, paclitaxel, platinos, ciclofosfamida, doxorubicina). La presencia de patrón espirométrico sugerente de restricción suele presentarse en casos avanzados por lo que se sugiere realizar DLCO seriada en conjunto con la espirometría.</p>
<p>EVALUACION DE DISCAPACIDAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes candidatos a programas de rehabilitación • Seguros médicos y evaluaciones legales
<p>SALUD PUBLICA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios epidemiológicos • Generación de ecuaciones de referencia poblacionales • Investigación clínica

Tabla adaptada de "Esperanza Benítez-Pérez R, Torre-Bouscoulet L, Vilca-Alá N, Francisco R, Pérez-Padilla R, Carlos Vázquez-García J, et al. www.medigraphic.org.mx Espirometría: recomendaciones y procedimiento. Neumol Cir Torax [Internet]. 2016;75(2). Disponible en : <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2016/nt162g.pdf>".

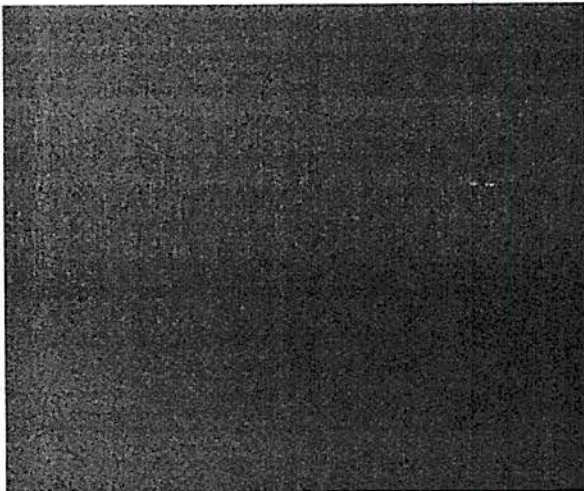
Tabla 5. Contraindicaciones de espirometría

<p>Contraindicaciones relativas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cirugía reciente (en general dependerán de la técnica quirúrgica y las complicaciones de la misma) <ul style="list-style-type: none"> — Abdominal o torácica: 1 semana posterior (con técnica abierta o laparoscópica) — Cesárea: 6-8 semanas — Cirugía ocular: 1 semana-3 meses dependiendo de la técnica quirúrgica — Neurocirugía: 3-6 semanas
--	--

- Vascular: 4-6 semanas
- Colocación de marcapasos: 2 semanas • Infecciones
- Óticas
- Respiratorias activas
- Otras:
 - Embarazo complicado: (Las mujeres con patología pulmonar conocida DEBEN REALIZARSE LAS PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR indicadas para su seguimiento)
 - Derrama pleural: 24 horas posteriores a la toracocentesis
 - Neumotórax: 2 semanas posterior a la resolución y tratamiento
 - Infarto al miocardio: 1 semana posterior y con tratamiento antiisquémico óptimo
 - Angina estable: con uso previo de nitroglicerina sublingual
 - Vigilar estrechamente la aplicación de broncodilatador en las siguientes patologías: hipertiroidismo, insuficiencia cardíaca compensada, hipertensión arterial sistémica controlada, arritmias cardíacas, diabetes mellitus mal controlada

Contraindicaciones absolutas

- Preeclampsia: en caso de requerirse se puede realizar una maniobra de capacidad vital lenta
- Hipertensión arterial sistémica descontrolada (PAM > 130 mmHg)



- Inestabilidad hemodinámica:
tromboembolia pulmonar masiva (hasta encontrarse bajo anticoagulación)
- Hemoptisis
- Aneurisma aórtico > 6 cm
- Síndrome coronario agudo
- Hipertensión intracraneal
- Desprendimiento agudo de retina

Tabla adaptada de *Esperanza Benítez-Pérez R, Torre-Bouscoulet L, Villca-Alá N, Francisco R, Pérez-Padilla R, Carlos Vázquez-García J, et al. www.medigraphic.org.mx Espirometría: recomendaciones y procedimiento. Neumol Cir Torax [Internet]. 2016;75(2). Disponible en : <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2016/nt162g.pdf>.

Esta prueba nos va a permitir evaluar la gravedad de la obstrucción utilizando el FEV1 expresado como por ciento del predicho.

- FEV1 %p:>70% = Obstrucción leve
- FEV1 %p: 60-69% = Obstrucción moderada
- FEV1 %p: 50-59% = Obstrucción moderadamente grave
- FEV1 %p: 35-49% = Obstrucción grave
- FEV1 %p: < 35% = Obstrucción muy grave

Cuando la relación FEV1 /FVC es > LIN (percentila 5), la conclusión es que no existe obstrucción. En tal caso, la FVC será el parámetro que distinga entre un patrón normal (FVC ≥ 80%p) o un patrón sugerente de restricción (FVC < 80%p).

Pletismografía

La pletismografía corporal es una prueba de función respiratoria que mide la capacidad funcional residual (FRCpleth) y la resistencia específica de la vía aérea (sRaw). Es el estándar de oro para la medición de volúmenes pulmonares. Los resultados son útiles para confirmar la presencia de restricción pulmonar. Además, en las enfermedades obstructivas permite cuantificar la hiperinflación pulmonar y el atrapamiento aéreo ²⁰.

Esta prueba tiene indicaciones y contraindicaciones las cuales se muestran en la tabla 6 y tabla 7 respectivamente.

Tabla 6. Indicaciones de pletismografía

INDICACIONES
a) Confirmación y cuantificación de restricción pulmonar.
b) Confirmación y cuantificación de hiperinflación pulmonar y atrapamiento aéreo especialmente en pacientes con disnea desproporcionada al grado de obstrucción por FEV1 ; o bien, durante la evaluación preoperatoria de cirugía de reducción de volumen.6
c) Monitorización y vigilancia de enfermedad con fines clínicos o de investigación.

Tabla adaptada de "Guerrero-Zúñiga S, Vázquez-García JC, Gochicoa-Rangel L, Cid-Juárez S, Benítez-Pérez R, del-Río-Hidalgo R, et al. Pletismografía corporal: recomendaciones y procedimiento. NCT Neumología y Cirugía de Tórax [Internet]. 2019;78(S2):113–23. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2016/nt164g.pdf>".

Tabla 7. Contraindicaciones de pletismografía

CONTRAINDICACIONES
Las contraindicaciones son relativas e incluyen:
a) Infarto reciente (< 4 semanas)
b) Insuficiencia cardíaca
c) Inestabilidad cardiovascular
d) Taquicardia reposo (FS > 130 bpm)
e) Cirugía de tórax, abdomen < 4 semanas o cirugía de ojos u oído en < 8 semanas
f) Tuberculosis pulmonar activa
g) Influenza
h) Hemoptisis

- i) Aneurismas (grandes arterias cerebrales)
- j) Embarazo avanzado o complicado
- k) Salud precaria
- l) Traqueostomía
- m) Sonda pleural
- n) Requerimiento continuo de oxígeno suplementario que no se pueda suspender durante la prueba
- o) Condiciones del paciente que no permitan introducirlo a la cabina, como claustrofobia, parálisis corporal, soluciones parenterales o adyuvantes médicos que no puedan introducirse a la cabina del pletismógrafo

Tabla adaptada de "Guerrero-Zúñiga S, Vázquez-García JC, Gochicoa-Rangel L, Cid-Juárez S, Benítez-Pérez R, del-Río-Hidalgo R, et al. Pletismografía corporal: recomendaciones y procedimiento. NCT Neumología y Cirugía de Tórax [Internet]. 2019;78(S2):113–23. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2016/nt164g.pdf>."

Se considera una pletismografía normal cuando los valores de TLC se encuentran entre el percentil 5 y 95 (aproximadamente 80 a 120% del predicho). Si el valor de TLC se encuentra por debajo del percentil 5 de la ecuación de referencia (< 80%) se confirma restricción pulmonar. Se considera leve con valores de TLC entre 70-79% del predicho, moderada entre 60-69%, moderadamente grave entre 50-59%p, grave de 35-49%p y muy grave con valores < 35%p.

Cuando la TLC se encuentra por arriba del LSN (> 120%p) se considera compatible con hiperinflación pulmonar. En enfermedades obstructivas, la determinación del RV y el índice RV/TLC permite confirmar y graduar el atrapamiento aéreo. Valores por arriba del percentil 95 pero inferiores a 140%p se consideran como atrapamiento leve; entre 140-170%p, grado moderado y > 170%, grave. El índice IC/TLC, cuando es ≤ 25%, es un predictor significativo de mortalidad en pacientes con EPOC.

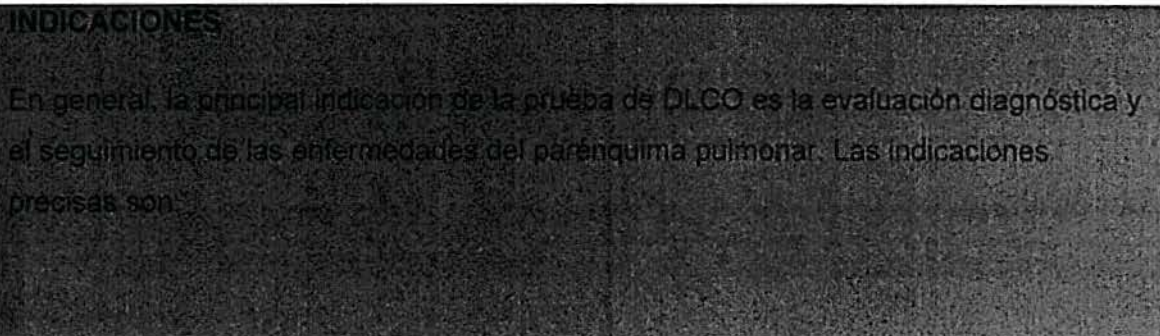
DLCO (difusión pulmonar de monóxido de carbono)

La difusión pulmonar de monóxido de carbono (DL,CO, por sus siglas en inglés), también referida como factor de transferencia de monóxido de carbono (TL,CO), se usa para

evaluar la transferencia de oxígeno desde el espacio alveolar hasta la hemoglobina de los eritrocitos contenidos en los capilares pulmonares ²¹.

Esta prueba tiene indicaciones y contraindicaciones las cuales se muestran en la tabla 8 y tabla 9 respectivamente.

Tabla 8. Indicaciones de DLCO



1. Evaluación y seguimiento de pacientes con EPID.
2. Evaluación y seguimiento de pacientes con EPOC.
3. Diagnóstico diferencial entre bronquitis crónica, enfisema y asma.
4. Evaluación de la afección pulmonar en enfermedades sistémicas.
5. Evaluación de enfermedades vasculares pulmonares: vasculitis, hipertensión pulmonar y tromboembolia pulmonar crónica.
6. Predicción de la desaturación arterial durante el ejercicio en algunos pacientes con enfermedad pulmonar.
7. Evaluación y cuantificación del impedimento o incapacidad asociados con enfermedades del parénquima pulmonar.
8. Evaluación preoperatoria en: resección pulmonar, cirugía de reducción de volumen y trasplante pulmonar.
9. Evaluación de los efectos pulmonares de los agentes quimioterapéuticos y otros medicamentos que se conoce causan daño pulmonar, así como de radioterapia.
10. Evaluación de hemorragia pulmonar.
11. Evaluación de algunas enfermedades infecciosas pulmonares difusas (ej.: neumonía por Pneumocystis).
12. Diagnóstico oportuno y seguimiento en los programas de vigilancia respiratoria en medicina ocupacional, en especial en sujetos expuestos a polvos inorgánicos.

Tabla adaptada de *Carlos Vázquez-García J, Gochicoa-Rangel L, Francisco R, Río-Hidalgo D, Cid-Juárez S, Silva-Cerón M, et al. Prueba de difusión pulmonar de monóxido de carbono con técnica de una sola respiración (DLCOsb). Recomendaciones y procedimiento. Abril-junio.

Tabla 9. Contraindicaciones de DLCO

CONTRAINDICACIONES

Absolutas:

1. Hipoxemia grave ($SpO_2 < 75$). En este caso su realización se puede evaluar de acuerdo con la altitud, siempre bajo supervisión médica.
2. Niveles de carboxihemoglobina elevados ($COHb > 10$ a 15%).

Relativas:

1. Confusión o pobre coordinación muscular que impida realizar la maniobra adecuada.
2. Enfermedad cardiovascular aguda o descompensada (infarto, insuficiencia cardíaca, enfermedad cerebrovascular).
3. Neumotórax en los últimos tres meses.
4. Riesgo de sangrado por hemoptisis o aneurismas.
5. Cirugía en el último mes (tórax, abdomen, ojos, oído).
6. Infecciones respiratorias agudas en las últimas dos semanas (influenza, catarro común).
7. Tuberculosis pulmonar activa.
8. Embarazo avanzado o complicado.
9. Pacientes con traqueostomía o sondas pleurales.
10. Pacientes que no puedan suspender oxígeno suplementario por lo menos durante 30 minutos.
11. Pacientes con capacidad vital (VC) o capacidad vital forzada (FVC) menor a los volúmenes mínimos requeridos por el equipo.

Tabla adaptada de Carlos Vázquez-García J, Gochicoa-Rangel L, Francisco R, Río-Hidalgo D, Cid-Juárez S, Silva-Cerón M, et al. Prueba de difusión pulmonar de monóxido de carbono con técnica de una sola respiración (DLCOsb). Recomendaciones y procedimiento. Abril-junio. NCT Neumología Cirugía de Torax [Internet]. 2016;75(2):19–2016. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2016/nt162f.pdf>.

Se define el patrón de transferencia de CO:

- a. DLCO normal, entre límites inferior y superior normal (cerca de entre 80 y 120%).

- b. DLCO disminuida, menor al límite inferior normal (< 80%).
- c. DLCO aumentada, superior al límite superior normal (> 120%).
- d. Los valores limítrofes (75 a 80%) deben interpretarse con precaución.

Graduación de la gravedad:

- a. Disminución leve: DLCO 60% al LIN.
- b. Disminución moderada: DLCO 40-59%.
- c. Disminución grave: DLCO < 40%.

6.- Tratamiento

Teniendo en cuenta las diferentes líneas de actuación de la fisioterapia respiratoria, cabe destacar la escasa evidencia científica existente sobre los beneficios o los riesgos que la aplicación de las diferentes técnicas y procedimientos de fisioterapia respiratoria tienen en el contexto del COVID 19.

Técnicas de fisioterapia

En cuanto a las técnicas de fisioterapia respiratoria, no hay evidencia suficiente que respalde aplicarlas de forma general y/o preventiva en pacientes con COVID-19. Por lo tanto, se recomienda seguir los procedimientos consensuados por entidades científicas, los planes/protocolos de cada hospital, y los indicadores clínicos de cada caso. Atendiendo a la clínica descrita por la evidencia, un 23-28% del total de los casos por COVID-19 que ingresaron en la UCI presentaron secreciones. Por lo tanto, a los pacientes que desarrollen secreciones derivadas de una consolidación exudativa, hipersecreción y/o dificultad para eliminarlas, se les puede indicar las técnicas de fisioterapia respiratoria como, por ejemplo, la aspiración mecánica cerrada, aplicación de compresiones manuales y/o el uso de los dispositivos oscilantes del flujo.

Según la Asociación de Fisioterapeutas de Cuidados Respiratorios en el Reino Unido, se puede decidir la necesidad de aplicar técnicas de drenaje bronquial en pacientes infectados por SARS-COV2 si se cumplen los siguientes criterios ¹⁸:

- Evidencia de retención de secreciones con dificultad para expectorar

- Ineficacia de la tos o de la capacidad de drenaje

Siempre se asegurará que los pacientes sospechosos/positivos de SARS-COV-2 se manejen de forma aislada y se sigan los protocolos de protección.

Los criterios que desaconsejan la necesidad de una intervención con técnicas de drenaje bronquial son:

- Paciente diagnosticado de COVID-19 con tos seca e improductiva
- Pacientes diagnosticados de COVID-19 con hipoxemia severa que requiera intubación.
- Pacientes respiratorios habituales, por ejemplo, procesos postquirúrgicos, a menos que se cumplan los criterios anteriores.
- Pacientes que solo requieran aspiración ¹⁸.

Posicionamiento

Otro de los aspectos importantes es el posicionamiento del paciente en decúbito prono, ya que mejora la oxigenación y aumenta la supervivencia en pacientes con cuadros clínicos similares, como el SDRA. La maniobra se debe realizar con un equipo altamente entrenado y con el menor número de personas posibles, siendo el fisioterapeuta con experiencia una figura que puede colaborar en la misma. Será importante prevenir las complicaciones de la maniobra y su mantenimiento (extubación accidental, arranque de la sonda de alimentación y de las vías centrales y/o periféricas, luxación de hombro, lesiones por presión en las zona más propensas y las alteraciones hemodinámicas).

Cabe recordar que hay algunas contraindicaciones absolutas a la posición de prono, que son las siguientes: inestabilidad hemodinámica definida por TAM <60 mmHg a pesar de la administración de fluidos y drogas inotrópicas, presión intracraneal elevada (PIC) >25 mmHg, convulsiones, lesión espinal inestable, tórax o abdomen abierto, embarazo, peso >135 kg y parada cardiopulmonar reciente.

Movilización activa

Por otro lado, la Asociación Médica China de Rehabilitación junto al Comité de Rehabilitación Respiratoria China han publicado unas recomendaciones para definir cuándo y cómo iniciar la movilización activa precoz en pacientes con COVID-19 graves o

en estado crítico. Para ello, se basan en el documento de consenso de los expertos , lo cual tiene rigor científico, pero a su vez debe interpretarse con prudencia. Antes de iniciar cualquier intervención de movilización activa en estos pacientes, recomiendan realizar una evaluación exhaustiva del estado funcional general, especialmente del estado de conciencia, el sistema respiratorio, cardiovascular y musculoesquelético. Confían en iniciar la intervención para la movilización activa lo antes posible.

Fase de recuperación y alta hospitalaria

En esta fase se reconoce a los pacientes hospitalizados dados de alta, donde se diferencian dos tipos de pacientes.

Para los pacientes con un proceso respiratorio secundario al SARS-COV-2 leve-moderado, el objetivo a corto plazo será restaurar gradualmente la condición física y psicológica. Para ello, se aconseja ejercicio aeróbico para recuperar la capacidad de ejercicio anterior al ingreso hospitalario.

Para los pacientes con un proceso grave/crítico, la evidencia de referencia será la ya conocida sobre los pacientes que han sufrido SARS o MERS y la experiencia clínica de los pacientes con SDRA en el momento del alta, ya que los pacientes con COVID-19 puede que experimenten un desacondicionamiento físico, disnea secundaria al ejercicio y atrofia muscular similares ¹⁸.

Las principales intervenciones de fisioterapia respiratoria en este contexto se basarán en: educación al paciente, ejercicio aeróbico, ejercicios de fuerza y entrenamiento, técnicas de drenaje de secreciones y ventilatorias, si las manifestaciones clínicas del paciente lo requirieran.

Entrenamiento aeróbico: generar pautas de ejercicio como caminar, andar rápido, trotar, nadar, etc. comenzando a una intensidad y duración baja y aumentar gradualmente: se recomienda 20-30 minutos de duración de la sesión, de 3-5 sesiones/semana, aunque siempre dependerá de la sensación de fatiga y/o disnea que presente cada paciente.

Entrenamiento progresivo de la fuerza: se recomienda trabajo de 1-3 grupos musculares con una carga de 8-12 repeticiones, con intervalos de entrenamiento de 2 minutos. La frecuencia sería de 2-3 sesiones/semana durante un período mínimo de 6 semanas, aumentando de un 5-10% la carga/semana.

Las técnicas de drenaje de secreciones o ventilatorias tendrán como objetivo reeducar el patrón respiratorio, mejorar la ventilación, movilizar el tórax y favorecer al drenaje de secreciones, sobre todo en aquellos pacientes con patología crónica previa al COVID-19 o que tengan una capacidad pulmonar reducida a causa de la enfermedad ¹⁸.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En diciembre de 2019 se identificó por primera vez un brote de neumonía de etiología desconocida en un mercado de mariscos y animales exóticos en la ciudad de Wuhan, China. El 9 de enero de 2020 se anunció que la causa era un coronavirus, que inicialmente fue llamado nuevo coronavirus-2019 y que finalmente se nombró como SARS-CoV-2 por su homología genética con SARS-CoV. La enfermedad causada por este virus se nombró como COVID-19 (coronavirus disease) el 11 de febrero de 2020. El 11 de marzo la OMS declaró la pandemia por SARS-CoV-2 debido al rápido aumento de casos en el mundo.

Hasta el momento, desde el inicio de la pandemia se han confirmado más de 100 millones de casos y se han alcanzado más de 2.5 millones de defunciones en el mundo. En México, hasta el 15 de enero de 2021 se confirmaron 1,609,735 casos y 139,022 defunciones por COVID-19. De acuerdo con la Secretaría de Salud, los casos de niñas, niños y adolescentes en México reportados al 10 de enero de 2021 son de 40,770 casos.

Hasta el momento existe evidencia de que el espectro clínico de COVID-19 en la edad pediátrica difiere de lo observado en adultos, habiéndose reportado casos en todos los grupos de edad, desde la etapa neonatal hasta la adolescencia. Los primeros reportes de países con tasas altas de infección registraron que sólo de 2-4% fueron niños. La principal fuente de contagio la constituye un contacto domiciliario. Estudios iniciales demostraron que el curso de la enfermedad era generalmente leve a comparación con los adultos.

Sin embargo el daño pulmonar generado en los pacientes que cursan con COVID-19 no es exclusivo de la población adulta, entre otros, daño en la membrana alveolo capilar, lesiones parecidas al síndrome de distres respiratorio agudo, fenómenos vasculares trombóticos y alteraciones en el transporte de la hemoglobina, siendo la hipoxemia y la disnea una de las manifestaciones más importantes en estos pacientes, por lo que se ha postulado que los mecanismos son multifactoriales.

No se cuenta con estudios suficientes que revelen las consecuencias a corto, mediano y largo plazo de haber cursado con infección por SARS COV2 en población adulta, y por ende contamos con menor información en población pediátrica.

Se plantea entonces realizar un estudio retrospectivo en un hospital pediátrico que cuenta con paciente que cursaron con infección por SARS COV2 y con las posibilidades de realizar pruebas de función respiratoria por el departamento de neumología pediátrica, considerando así que sus resultados aportan conocimiento que ayudara a toma de decisiones respecto a la evolución, tratamiento y pronóstico de los pacientes pediátricos.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Cuáles son los resultados de las pruebas de función respiratoria realizadas en pacientes pediátricos con antecedente de infección por virus SARS COV 2 de al menos un mes de evolución, atendidos en el Instituto Nacional de Pediatría por el servicio de neumología de Marzo 2020 a Diciembre 2021?

JUSTIFICACIÓN:

La identificación de la gravedad de la patología pulmonar ocasionada por la infección de SARS COV2 de la mano de las pruebas de función respiratoria nos permite llevar a cabo una correcta evaluación del daño pulmonar lo que nos lleva a un correcto seguimiento e intervención oportuna en las enfermedades pulmonares que puedan generar secuelas a largo plazo.

Así mismo nos aporta conocimiento de una enfermedad emergente lo que nos abre un panorama hacia nuevas investigaciones.

OBJETIVO GENERAL:

1.- Conocer el resultado de las pruebas de función respiratoria en pacientes pediátricos referidos al servicio de neumología del Instituto Nacional de Pediatría con antecedente de infección por SARS COV-2 de al menos un mes de evolución.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1.- Describir los patrones espirométricos que se reportan en los pacientes con historia de infección por SARS COV2 de al menos un mes de evolución.

2.- Describir los patrones en pletismografía que se reportan en los pacientes con historia de infección por SARS COV2 de al menos un mes de evolución.

3.- Describir los patrones en la prueba de difusión de monóxido de carbono que se reportan en los pacientes con historia de infección por SARS COV2 de al menos un mes de evolución.

4.- Describir los patrones en la prueba de caminata de 6 minutos que se reportan en los pacientes con historia de infección por SARS COV2 de al menos un mes de evolución.

MATERIAL Y MÉTODO:

Clasificación de la investigación: Estudio observacional, transversal, retrospectivo y descriptivo.

Población a estudiar:

Niños y niñas de 5 a 18 años que hayan cursado con infección por SARS COV 2 de marzo 2020 a Diciembre 2021 y que se les haya realizado pruebas de función respiratoria (espirometría, pletismografía, DLCO y caminata de 6 minutos) por el servicio de neumología del Instituto Nacional de Pediatría.

Criterios de selección:

-Criterios de inclusión:

Pacientes pediátricos de 5 a 18 años de ambos sexos que padecieron COVID-19 desde el inicio de la pandemia hasta diciembre 2021 referidos al servicio de neumología pediátrica del Instituto Nacional de Pediatría a los cuales se les realizaron pruebas de función respiratoria (espirometría, pletismografía, DLCO y caminata de 6 minutos).

-Criterios de exclusión:

- Pacientes que no se les hayan aplicado las pruebas de función respiratoria completas o bien que no se hayan completado dichas pruebas.

VARIABLES

Nombre de la Variable	Definición Conceptual	Tipo de Variable	Medición de la Variable
Edad	Es el tiempo de vida desde el nacimiento hasta la fecha actual. La importancia de ésta variable radica en la necesidad de conocer la edad a la que se presenta mayor manifestaciones clínicas de SARS COV2.	Intervalo	Años
Sexo	Estará acorde a los genitales externos del paciente. Ésta variable es importante para determinar la frecuencia en el genero que se afecta mas por antecedente de COVID 19.	Nominal	1= Femenino 2= Masculino
Tipo de enfermedad	Se clasifica en función con la gravedad de las manifestaciones clínicas durante la infección por SARS COV2 y el requerimiento de apoyo ventilatorio.	Ordinal	1=Leve 2= Grave 3=Critica
Resultado de espirometria	La espirometria es una prueba de función respiratoria que permite valorar la obstrucción del flujo aéreo.	Nominal	1= Normal 2= Obstrucción 3= Restricción

Resultado de pletismografía	La pletismografía es una prueba de función respiratoria que permite valorar la capacidad pulmonar residual y la resistencia específica de la vía aérea.	Nominal	1=Normal 2=Restricción pulmonar 3=Hiperinflación pulmonar 4=Obstrucción pulmonar 5= Atrapamiento aéreo
Resultado de difusión de dióxido de carbono	La difusión de dióxido de carbono es una prueba que permite valorar la transferencia de oxígeno desde el espacio alveolar hasta la hemoglobina de los eritrocitos contenidos en los capilares pulmonares.	Nominal	1=Normal 2= Anormal (resultado)
Resultado de caminata de 6 minutos	La caminata de 6 minutos es una prueba que permite valorar la capacidad de un individuo de recorrer cierta distancia en 6 minutos caminado tan rápido como le sea posible.	Nominal	1=Normal 2=Anormal
Comorbilidades asociadas	En el desarrollo de la fisiopatología de la COVID 19 es muy importante destacar las comorbilidades asociadas a esta enfermedad como predictores pronósticos de las complicaciones asociadas a nivel respiratorio.	Nominal	1=Presente 2=Ausente

TAMAÑO DE LA MUESTRA: Se revisarán todos los expedientes de niños de 5 a 18 años de ambos sexos con antecedente de infección por SARS COV 2 desde marzo 2020 a Diciembre de 2021 a los que se les hayan realizado pruebas de función respiratorias

completas (se estiman 30 pacientes), referidos al servicio de neumología pediátrica de Instituto Nacional de Pediatría.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Se realizará una base de datos en Excel con las siguientes variables: Edad (se incluirán pacientes de 5 a 18 años), sexo (se incluirán tanto pacientes femeninos como masculinos), tipo de enfermedad clarificándola en leve, grave o crítica de acuerdo a la presentación clínica y la necesidad de tratamiento, resultado de pruebas de función respiratoria (espirometría, pletismografía, difusión de dióxido de carbono y caminata de 6 minutos) en función de normalidad o anormalidad y clasificación de resultados. Posteriormente la base se exportará al programa estadístico SPSS con el cual se realizará el análisis descriptivo de las variables mencionadas se utilizarán medidas de tendencia central y dispersión respectivas para la variable numérica (edad), dependiendo su distribución. Para las variables cualitativas se utilizan proporciones, razones o tasas. Los resultados se presentarán en tablas y gráficos correspondientes.

CONSIDERACIONES ÉTICAS: En este estudio se utilizaron métodos de investigación retrospectivo, sin intervención o modificación en variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio. Se realizará revisión de pacientes atendidos en el área de neumología del Instituto Nacional de pediatría en el periodo 2020-2021, manteniendo anonimato de la identidad.

RESULTADOS

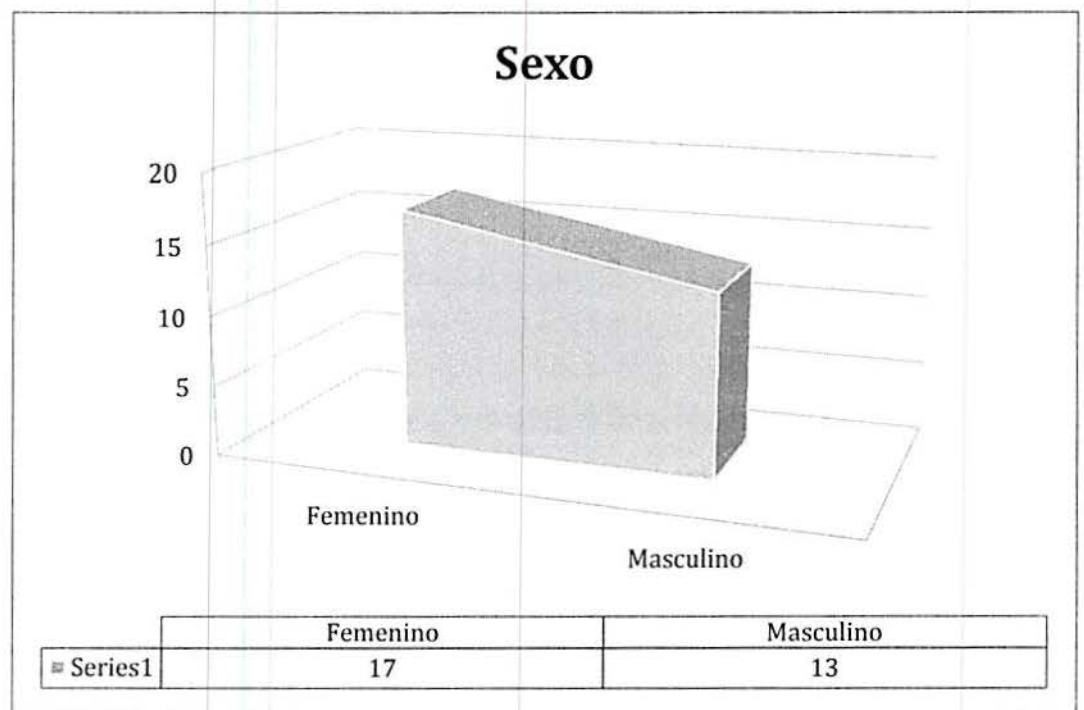
RESULTADOS

Por parte del Instituto Nacional de pediatría se obtuvieron 49 expedientes de pacientes con el diagnóstico de enfermedad por SARS COV2 del periodo Marzo 2020 a diciembre 2021; se revisaron dichos expedientes de los cuales 30 cumplieron con los criterios de inclusión del estudio al ser: expedientes de pacientes de ambos sexos que hayan cursado con infección por SARS COV 2 de marzo 2020 a Diciembre 2021 y que se les haya realizado pruebas de función respiratoria (espirometría, pletismografía, DLCO y caminata de 6 minutos) por el servicio de neumología del Instituto Nacional de Pediatría.

Los pacientes incluidos obtuvieron una media para la edad de 12.7 años, con una mediana de 13 años, con desviación estándar de ± 3.8160 . Se registró una edad mínima de 5 años y máxima de 18 años.

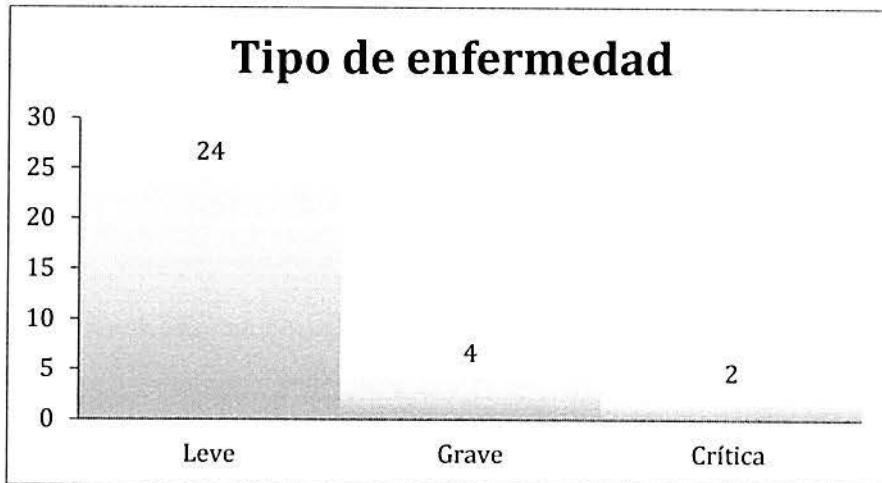
En cuanto al sexo como se muestra en la figura 1. el 57% (n=17) de los pacientes fueron del sexo femenino y el 43% pertenece al sexo masculino (n=13).

Figura 1



El tipo de enfermedad (figura 2) la más prevalente fue leve 80% (n=24), seguido de grave con 13% (n= 4), y por último crítica 7% (n=2).

Figura 2



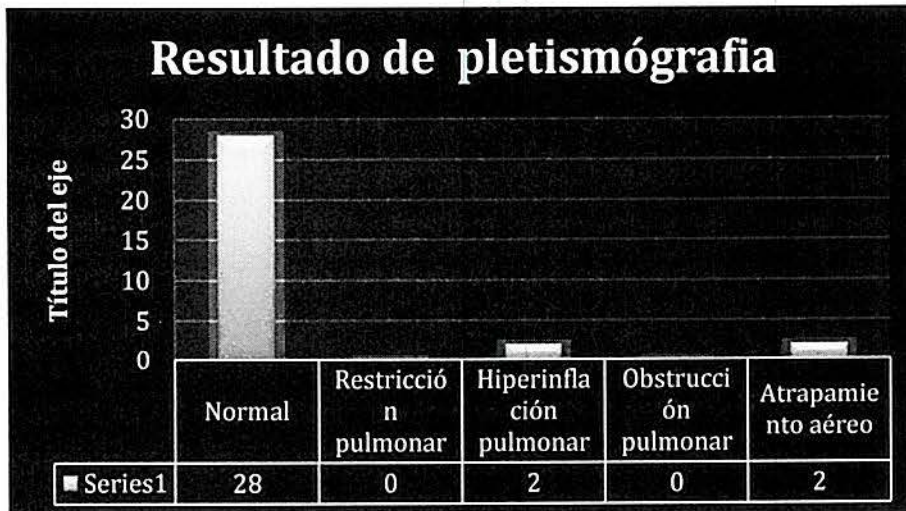
Los resultados obtenidos en la prueba de espirómetría (figura 3) correspondieron a los siguiente resultado normal 93% (n= 28) seguido de patrón obstructivo 7% (n=2). No se obtuvo ningún paciente con patrón restrictivo.

Figura 3



La prueba de pletismografía (figura 4) arrojo los siguientes resultados el 88% (n=28) fue normal, el 6% hiperinflación pulmonar (n=2) y el 6% se reportó como atrapamiento aéreo (n=2). No se obtuvieron paciente con diagnostico de restricción pulmonar u obstrucción pulmonar.

Figura 4



En la prueba de difusión de Dióxido de carbono (Figura 5) se reportaron los siguientes resultados, se reportó normal 97% (n=29) y anormal 3% (n=1) siendo el patrón de anormal con disminución moderada.

Figura 5



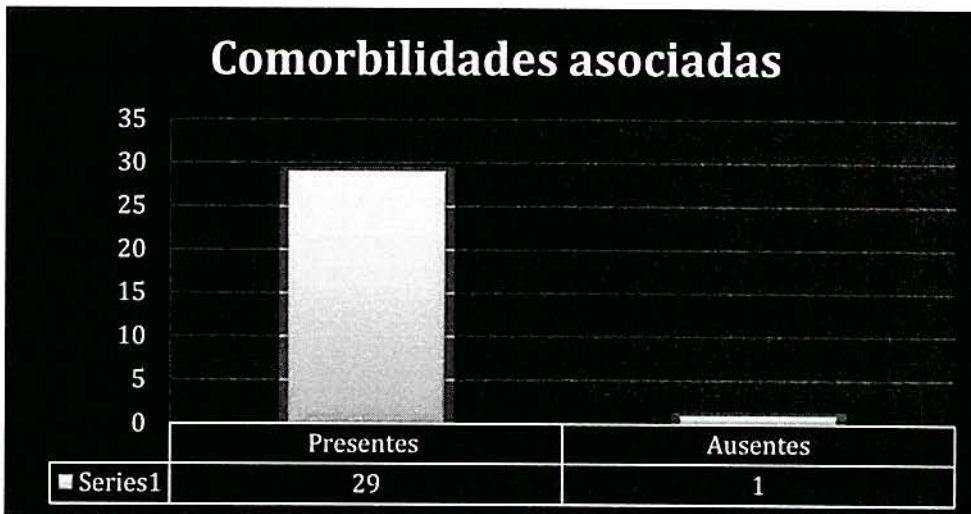
En la prueba de caminata de 6 minutos (figura 6) se reportó lo siguiente, resultado normal 80% (n= 24) y anormal 20% (n=6).

Figura 6



En cuanto a las comorbilidades asociadas (figura 7) tenemos que en el 97% (n=29) los pacientes atendidos cursan con una enfermedad de base y el 3% (n=1) se trató de un paciente previamente sano.

Figura 7



DISCUSIÓN

Hasta el momento la infección por SARS COV2 es un tema en estudio y constante abordaje, ya que se trata de una enfermedad emergente la cual se encuentra en constante cambio lo que nos obliga como personal de salud a plantear diferentes estudios que nos hagan conocer más la enfermedad y con ello poder prevenir y tratar complicaciones esperadas.

No existen reportes epidemiológicos nacionales en la población pediátrica en los cuales se muestre la prevalencia de sexo en cuanto a la enfermedad, complicaciones y secuelas. En nuestro estudio se reportó una prevalencia mayor en el sexo femenino con un 57% (n=17) sobre el sexo masculino 43% (n=13), lo cual concuerda con estadísticas a nivel internacional.

De los 30 expedientes que se analizaron de los pacientes con historia de infección por SARS CO2 la cual fue dividida en leve, modera y grave según criterios descritos en la literatura, se observaron que de los pacientes el 80% cursaron con enfermedad leve, la cual se define como aquellos pacientes que cursan asintomáticos, rinofaringitis y neumonía leve. El 13% de los pacientes cuentan con historia de enfermedad grave definida como la presencia de disnea, frecuencia respiratoria elevada, saturación de oxígeno por oxímetro de pulso menor de 94%, cociente presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno (PaO₂/FiO₂) menor de 300, y/o infiltrados pulmonares mayor al 50% dentro de las primeras 24 a 48 horas y la enfermedad crítica con la cual cursaron 7% de los pacientes la cual es definida como insuficiencia respiratoria, shock séptico y/o disfunción orgánica múltiple.

En cuanto a las pruebas de función respiratoria realizadas en los pacientes se trata de una estrategia objetiva de evaluación de la capacidad funcional que puede ser utilizada para varios propósitos como la evaluación de la secuelas en la capacidad física y así obtener un plan de intervención oportuna, se trata de pruebas no invasivas pero si se requiere de un equipo y personal especializado que pueda realizarlas, además de ser dependientes de la cooperación del paciente.

En nuestro estudio se realizaron pruebas de función respiratoria de las cuales la espirometría es la más estandarizada y conocida. Capaz de evaluar las propiedades mecánicas del sistema respiratorio y es el estándar de oro para identificar obstrucción al

flujo aéreo. Mide flujos y volúmenes de aire exhalado desde una inspiración máxima. La ejecución de la maniobra es sencilla, rápida y no invasiva. Nuestro estudio mostro que el 93% de los pacientes cursaron con resultado normal, mientras que el 7% presentaron patrón obstructivo. Es decir ninguno de los pacientes incluidos en el estudio mostraron alteración compatible con patología restrictiva.

La pletismografía es una prueba de función respiratoria que mide la capacidad funcional residual y la resistencia específica de la vía aérea . Es el estándar de oro para la medición de volúmenes pulmonares. Los resultados son útiles para confirmar la presencia de restricción pulmonar. Además, en las enfermedades obstructivas permite cuantificar la hiperinflación pulmonar y el atrapamiento aéreo. En nuestro estudio se reportaron que el 88% de la pacientes cursaron con una prueba normal, el 6% presentaron hiperinflación pulmonar y el 6% atrapamiento aéreo.

La difusión de Dióxido de carbono se usa para evaluar la transferencia de oxígeno desde el espacio alveolar hasta la hemoglobina de los eritrocitos contenidos en los capilares pulmonares por lo cual intervienen variables anatómicas y funcionales en su resultado; nuestra estadística reportó 97% como prueba normal y 3% como anormal, siendo el patrón de disminución moderada lo prevalente.

La caminata de 6 minutos ha sido el instrumento más utilizado en pacientes post COVID-19. Es un test simple y de fácil aplicación, es barato, estandarizado, con valores de referencia y su uso es bastante amplio en la práctica clínica¹² . Provee información importante respecto a la capacidad de ejercicio sub-máxima (en algunos casos máxima) y es muy útil para la monitorización de pacientes con enfermedad cardiovascular y respiratoria, en nuestro estudio se reportó 80% como resultado normal y 20% como anormal.

Cabe señalar que una variable contundente en el análisis del patrón respiratorio es la presencia de enfermedades crónicas como comorbilidades que lleven a una alteración en el aparato respiratorio, la mayoría de los paciente atendidos en el Instituto Nacional de Pediatría se tratan de pacientes con historia de enfermedades graves que conllevan a una alteración funcional respiratoria per se, por lo que dichos resultados deben ser tomados con cautela. Nuestra variable en estudio como comorbilidades presentes reporto que 97% de los pacientes contaban con alguna enfermedad asociada.

CONCLUSIÓN

Dada la heterogeneidad de la presentación clínica de la COVID-19, es fundamental contar con herramientas sencillas para evaluar y monitorizar las consecuencias de la enfermedad en la función respiratoria y el estado funcional de los pacientes. Considerando el gran número de supervivientes de la COVID-19 que requieren seguimiento, es necesario contar con instrumentos reproducibles para identificar a los pacientes que sufren una recuperación lenta o incompleta, lo que ayudará a orientar el uso razonable de los recursos sanitarios.

Al mismo tiempo, aún se requieren estudios bien diseñados realizados en pacientes posterior a la infección por COVID-19 que tengan en cuenta la severidad y la temporalidad de la evaluación, y que se basen en las guías de práctica clínica de función pulmonar. Las futuras investigaciones deben centrarse en la caracterización de las secuelas en la función respiratoria a corto y largo plazo y así optimizar la toma de decisiones en la práctica clínica.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Se trata de un estudio realizado en un tercer nivel de atención, en el cual los pacientes en su mayoría cursan con enfermedades graves y muchas de ellas afectan el aparato respiratorio por lo que podríamos encontrar un sesgo al momento de correlacionar dichos pacientes con la gravedad de la enfermedad; así mismo este estudio se basó principalmente en las alteraciones funcionales respiratorias y de los pacientes en su estado actual al momento que llegaron a realizar las pruebas de función pulmonar, no se tomaron en cuenta otros parámetros que podrían explicar las alteraciones encontradas como; marcadores inflamatorios y estado ácido base en su hospitalización. Se considera que aun falta el seguimiento a largo plazo para poder ver cuando es la recuperación total si es que la hay o cuáles serán las secuelas más importantes a nivel pulmonar.

REFERENCIAS:

1. Arbillaga A, Pardás M, Escudero R, Rodríguez R, Alcaraz V, Llanes S, et al. FISIOTERAPIA RESPIRATORIA EN EL MANEJO DEL PACIENTE CON COVID-19: RECOMENDACIONES GENERALES ÁREA DE FISIOTERAPIA RESPIRATORIA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NEUMOLOGÍA Y CIRUGÍA TORÁCICA -SEPAR- Versión 1.0 - 26 de marzo 2020 [Internet]. Disponible en: https://svmeifr.com/wp-content/uploads/2020/03/COVID19-SEPAR-26_03_20.pdf
2. World Health Organization. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) 2020 [Internet]. Disponible en: <https://www.who.int/docs/defaultsource/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19final-report.p>
3. Vasconcello-Castillo L, Torres-Castro R, Solís-Navarro L, Rivera-Lillo G, Puppo H. Evaluación Funcional y Respiratoria en Pacientes post COVID-19: ¿Cuáles son las mejores pruebas? Kinesiología [Internet]. 2020 [cited 2022 Jul 20];109–15. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/biblio-1255106>
4. MAESTÚ, Luis Puente; DE PEDRO, Julia García. Las pruebas funcionales respiratorias en las decisiones clínicas. Archivos de Bronconeumología, 2012, vol. 48, no 5, p. 161-169.
5. Pellegrino R. Interpretative strategies for lung function tests. European Respiratory Journal [Internet]. 2005 Nov 1;26(5):948–68. Disponible en: <http://www.thoracic.org/statements/resources/pfet/pft5.pdf>
6. Coronavirus disease (COVID-19): Post COVID-19 condition [Internet]. www.who.int. [cited 2022 Jul 20]. Disponible en: [https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-\(covid-19\)-post-covid-19-condition?gclid=EAlalQobChMI85XH-reG-QIVxBrnCh3sEgdIEAAYASAAEgJpM_D_BwE](https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-(covid-19)-post-covid-19-condition?gclid=EAlalQobChMI85XH-reG-QIVxBrnCh3sEgdIEAAYASAAEgJpM_D_BwE)
7. Frija-Masson J, Debray M-P, Gilbert M, Lescure F-X, Travert F, Borie R, et al. Functional characteristics of patients with SARS-CoV-2 pneumonia at 30 days post-infection. European Respiratory Journal [Internet]. 2020 Jun 18;56(2):2001754. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/erj/56/2/2001754.full.pdf>

8. British Thoracic Society. British Thoracic Society Guidance on Respiratory Follow Up of Patients with a ClinicoRadiological Diagnosis of COVID-19 Pneumonia [Internet]. British Thoracic Society (BTS). 2020. Disponible en: <https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/qualityimprovement/covid-19/resp-follow-up-guidance-post-covidpneumonia/>
9. Zhao Y, Shang Y, Song W, Li Q, Xie H, Xu Q, et al. Follow-up study of the pulmonary function and related physiological characteristics of COVID-19 survivors three months after recovery. *EClinicalMedicine*. 2020 Aug;25:100463.
10. Torres-Castro R, Vasconcello-Castillo L, Alsina-Restoy X, Solis-Navarro L, Burgos F, Puppo H, et al. Respiratory function in patients post-infection by COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Pulmonology*. 2020 Nov
11. Huang Y, Tan C, Wu J, Chen M, Wang Z, Luo L, et al. Impact of coronavirus disease 2019 on pulmonary function in early convalescence phase. *Respiratory Research*. 2020 Jun 29;21(1).
12. Holland AE, Spruit MA, Troosters T, Puhan MA, Pepin V, Saey D, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *European Respiratory Journal*. 2014 Oct 30;44(6):1428–46.
13. Vanden Wyngaert K, Van Craenenbroeck AH, Eloot S, Calders P, Celie B, Holvoet E, et al. Associations between the measures of physical function, risk of falls and the quality of life in haemodialysis patients: a cross-sectional study. *BMC Nephrology*. 2020 Jan 6;21(1).
14. Morita AA, Bisca GW, Machado FVC, Hernandez NA, Pitta F, Probst VS. Best Protocol for the Sit-to-Stand Test in Subjects With COPD. *Respiratory Care*. 2018 May 22;63(8):1040–9.
15. Sívori M. RAMR - Volumen 20, Número 4 - Fisiopatología Pulmonar de la COVID-19 [Internet]. www.ramr.org. [cited 2022 Jul 20]. Disponible en : https://www.ramr.org/articulos/volumen_20_numero_4/articulos_revision/articulos_revision_fisiopatologia_pulmonar_de_la_covid-19.php

16. Gochicoa-Rangel L, Mora-Romero U, Guerrero-Zúñiga S, Silva-Cerón M, Cid-Juárez S, Velázquez-Uncal M, et al. Prueba de caminata de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. *Neumología y cirugía de tórax* [Internet]. 2015 Jun 1;74(2):127–36. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462015000200008
17. ARBILLAGA, Ane, et al. Fisioterapia respiratoria en el manejo del paciente con COVID-19: recomendaciones generales. *Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica*, Marzo 2020.
18. Esperanza Benítez-Pérez R, Torre-Bouscoulet L, Villca-Alá N, Francisco R, Pérez-Padilla R, Carlos Vázquez-García J, et al. www.medigraphic.org.mx Espirometría: recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Torax* [Internet]. 2016;75(2). Disponible en : <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2016/nt162g.pdf>
19. Guerrero-Zúñiga S, Vázquez-García JC, Gochicoa-Rangel L, Cid-Juárez S, Benítez-Pérez R, del-Río-Hidalgo R, et al. Pletismografía corporal: recomendaciones y procedimiento. *NCT Neumología y Cirugía de Tórax* [Internet]. 2019;78(S2):113–23. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2016/nt164g.pdf>
20. Carlos Vázquez-García J, Gochicoa-Rangel L, Francisco R, Río-Hidalgo D, Cid-Juárez S, Silva-Cerón M, et al. Prueba de difusión pulmonar de monóxido de carbono con técnica de una sola respiración (DL,COsb). Recomendaciones y procedimiento. Abril-junio. *NCT Neumología Cirugía de Torax* [Internet]. 2016;75(2):19–2016. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2016/nt162f.pdf>