

MED. GRAL. JOSE ROBERTO  
HERNANDEZ GONZALEZ

**Impacto de la terapia de rehabilitación pulmonar medido  
con la prueba de caminata de 6 minutos en pacientes Post  
COVID-19**

2025



**Universidad Autónoma de Querétaro**

**Facultad de Medicina**

**“Impacto de la terapia de rehabilitación pulmonar medido con la prueba de caminata  
de 6 minutos en pacientes Post COVID-19”**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos  
para obtener el Diploma de la

**ESPECIALIDAD EN MEDICINA FAMILIAR**  
Presenta:

Med. Gral. José Roberto Hernández González

Dirigido por:  
Dr. Jorge Eduardo López Cossio

Co-dirigido por:  
Dr. Iván Martínez Garrido

**SANTIAGO DE QUERÉTARO, QRO. FEBRERO 2025**

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Medicina Familiar

“Impacto de la terapia de rehabilitación pulmonar medido con la prueba de caminata de 6 minutos en pacientes Post COVID-19”

### **Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la  
Especialidad en Medicina Familiar

Presenta:  
Med. Gral. José Roberto Hernández González

Dirigido por:  
Dr. Jorge Eduardo López Cossio

Co-dirigido por:  
Dr. Iván Martínez Garrido

Firmas

Mtro. Iván Martínez Garrido  
Presidente

Med. Esp. Jorge Eduardo López Cossio  
Secretario

Med. Esp. Karla Elizabeth Margain Pérez  
Vocal

Mtro. Enrique Villareal Ríos  
Suplente

Mtra. Ma. Azucena Bello Sánchez  
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.  
Fecha de aprobación por el Consejo Universitario. Febrero 2025. México

## Resumen

**Introducción:** La COVID-19 generó secuelas que ocasionaron que el 39.8 % de los pacientes presentaran una alteración en la función pulmonar, de los cuales a los 12 meses se encontraron 22.7% cambios tipo fibrótico, mientras que más del 80% tuvo una tendencia a mejoría pulmonar entre los 180 y 365 días. El 14.4% de los pacientes presentó una anomalía restrictiva posterior a un año. Esto genera una importancia real de la rehabilitación pulmonar y su aplicación en estos pacientes. Dentro de la rehabilitación pulmonar los pacientes son sometidos a distintas estrategias como lo son ejercicio aeróbico, educación del paciente, oxigenoterapia, entrenamiento muscular, nutrición, soporte psicológico. Estas estrategias no se han protocolizado para generar un estándar en la rehabilitación de los pacientes con Post COVID-19. Una forma de medir los avances en la rehabilitación pulmonar que se han realizado es la prueba de caminata de 6 minutos la cual se ha utilizado para enfermedades intersticiales, EPOC, Asma, Fibrosis Quística, teniendo como media de mejoría 30 metros después de los ciclos de rehabilitación pulmonar. No se ha establecido una distancia media la cual podamos establecer como parámetro de mejoría en pacientes con secuelas pulmonares.

**Objetivo:** Determinar el impacto de la terapia de rehabilitación pulmonar medida con la prueba de caminata de 6 minutos en pacientes post COVID-19.

**Material y métodos:** Estudio de cohorte histórico, longitudinal, retrolectivo realizado en el Hospital General Regional N. 2 del Instituto Mexicano Del Seguro Social en el área de Medicina Física y Rehabilitación. Para la muestra se utilizó todo el universo de pacientes presentes en el Hospital Regional No. 2 El Márquez, obtenidos mediante muestreo no aleatorio por conveniencia, las variables incluidas en este estudio fueron la frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica, metros recorridos máximos alcanzados en la prueba de la caminata de 6 minutos así como la saturación de oxígeno, disnea, fatiga y doble producto cardíaco. Se respetaron los lineamientos vigentes de bioética.

**Resultados:** Se encontró que después de realizar rehabilitación pulmonar los pacientes presentaron una mejoría en la percepción de disnea y fatiga medido con la escala BORG ( $p = <0.001$ ) además de encontrar una mejoría en la saturación de oxígeno ( $p = 0.005$ ) y una mejoría en la distancia recorrida en la PC6M ( $p = <0.001$ )

**Conclusiones:** Los pacientes que presentaron Post COVID-19 y acudieron a rehabilitación pulmonar mejoraron la distancia recorrida entre una prueba de caminata de 6 minutos y otra además mejoraron su saturación de oxígeno durante un esfuerzo físico, así como mejoraron los síntomas de disnea y fatiga durante la actividad física.

**Palabras clave:** Rehabilitación pulmonar, Post COVID-19, Prueba de caminata de 6 minutos.

## Summary

**Introduction:** COVID-19 generated sequelae that caused 39.8% of patients to present an alteration in lung function, of which at 12 months 22.7% of fibrotic-type changes were found, while more than 80% had a tendency to pulmonary improvement between 180 and 365 days. 14.4% of patients presented a restrictive anomaly after one year. This generates a real importance of pulmonary rehabilitation and its application in these patients. Within pulmonary rehabilitation, patients are subjected to different strategies such as aerobic exercise, patient education, oxygen therapy, muscle training, nutrition, and psychological support. These strategies have not been protocolized to generate a standard in the rehabilitation of patients with Post COVID-19. One way to measure the progress that has been made in pulmonary rehabilitation is the 6-minute walk test which has been used for interstitial diseases, COPD, Asthma, Cystic Fibrosis, with an average improvement of 30 meters after the cycles of pulmonary rehabilitation. An average distance has not been established, which we can establish as a parameter of improvement in patients with pulmonary sequelae.

**Objective:** Determine the impact of pulmonary rehabilitation therapy measured with the 6-minute walk test in post-COVID-19 patients.

**Material and methods:** Historical, longitudinal, retrospective cohort study carried out at the General Regional Hospital No. 2 of the Mexican Institute of Social Security in the area of Physical Medicine and Rehabilitation. The sample was calculated with the formula for sample of two means obtaining a total of 45 participants, obtained through non-random convenience sampling, the variables included in this study were heart rate, systolic blood pressure, maximum meters traveled achieved in the 6-minute walk test as well as oxygen saturation, dyspnea, fatigue and double product cardiac. The current bioethical guidelines were respected.

**Results:** It was found that after performing pulmonary rehabilitation the patients presented an improvement in the perception of dyspnea measured with BORG ( $p = <0.001$ ) in addition to finding an improvement in oxygen saturation ( $p = 0.005$ ) and an improvement in the distance traveled in the PC6M ( $p = <0.001$ )

**Conclusions:** Patients improved the distance traveled between a 6-minute walk test and another; they also improved their oxygen saturation during physical exertion, as well as improved symptoms of dyspnea during physical activity. **Keywords** Pulmonary rehabilitation, Post COVID-19, 6-minute walk test.

## **Dedicatorias**

Este trabajo es dedicado a mi esposa María y mi hijo Leo Eden, que con su apoyo, cariño y amor hicieron posible este momento. A mis padres Roberto Hernández y María del Pilar González que con sabiduría me guiaron aun estando a gran distancia. A mis maestros Oscar Robledo y Enrique Villareal que volvieron la investigación más amena e interesante. A mis compañeros de generación que fuera de casa fueron de gran apoyo en todo momento. Gracias a todos.

## **Agradecimientos**

Le agradezco a cada docente y personal del Instituto mexicano del seguro social de la Unidad de Medicina Familiar No. 15 de la ciudad de Querétaro, que contribuyo a mi formación. Un agradecimiento especial a mi director de tesis el Dr. Jorge Eduardo López Cossío por su tiempo y gran apoyo. Así mismo a la Dra. Karla Elizabeth Margain Pérez y a la Dra. Arizbeth Aguilar Arteaga por su acompañamiento en este proceso educativo tan importante para mi. Gracias.

## Índice

<b>Resumen</b>	<b>I</b>
<b>Summary</b>	<b>II</b>
<b>Dedicatorias</b>	<b>II</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>IV</b>
<b>Índice</b>	<b>V</b>
<b>Abreviaturas y siglas</b>	<b>VIII</b>
<b>I. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>II. Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>III. Fundamentación teórica.</b>	<b>4</b>
III.1 Epidemiología	4
III.2 Historia natural de la enfermedad	5
III.3 Cuadro clínico	8
III.4 Diagnóstico	9
III.5 Complicaciones	10
III.6 Rehabilitación Pulmonar	13
III.7 Prueba de caminata de 6 minutos	14
III.8 BORG	16
<b>IV. Hipótesis</b>	<b>17</b>
<b>V. Objetivos</b>	<b>18</b>



V.1 Objetivo general	18
V.2 Objetivos específicos	18
<b>VI. Material y métodos</b>	<b>19</b>
VI.1 Tipo de investigación	19
VI.2 Población	19
VI.3 Muestra y tipo de muestreo	19
VI. 3.1 Criterios de selección	20
VI. 3.2 Variables estudiadas	20
VI.4 Técnicas e instrumentos	21
VI.5 Procedimientos	21
VI.5.1 Análisis estadístico	21
VI.5.2 Consideraciones éticas	22
<b>VII. Resultados</b>	<b>25</b>
<b>IX. Discusión</b>	<b>31</b>
<b>X. Conclusiones</b>	<b>35</b>
<b>XI. Propuestas</b>	<b>36</b>
<b>XII. Bibliografía</b>	<b>36</b>
<b>XIII. Anexos</b>	<b>41</b>
XIII. 1 Hoja de recolección de datos	41
XIII. 2 Registro SIRELCIS	422
XIII. 3 Documento antiplagio.	433

## Índice de cuadros

<b>Cuadro</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pagina</b>
Cuadro I	Edad y talla de los pacientes.	26
Cuadro II	Peso e Índice de masa corporal de los pacientes	26
Cuadro III	Saturación de oxígeno y frecuencia respiratoria en PC6M inicial y final	26
Cuadro IV	Percepción de disnea y fatiga por BORG en la PC6M inicial y final	27
Cuadro IV	Percepción de disnea y fatiga por BORG en la PC6M inicial y final.	27
Cuadro V	Frecuencia cardiaca y presión arterial en la PC6M inicial y final	27
Cuadro VI	Doble producto cardiaco en PC6M inicial y final	28
Cuadro VII	Total de metros recorridos en la PC6M inicial y final	28

## **Abreviaturas y siglas**

**IMSS:** Instituto Mexicano de Seguridad Social

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**IMC:** Índice de masa corporal

**UMF:** Unidad de medicina familiar

**PC6M:** Prueba de caminata de 6 minutos

**COVID-19:** Coronavirus Disease 2019

**Post COVID-19:** Post Coronavirus Disease 2019

**SARS-CoV-2:** Síndrome respiratorio agudo severo coronavirus -2

**MERS:** Síndrome respiratorio de Oriente Medio

**CITV:** Comité Internacional de Taxonomía de Virus

**ACE2:** Enzima convertidora de angiotensina 2

**PAMP:** Patrones moleculares asociados a patógenos

**RPR:** Receptores de reconocimiento de patrones

**DAMP:** Patrones moleculares asociados a daño tisular

**INF:** Interferon

**IL:** Interleucina

**NF- $\kappa$ B:** factor nuclear kappa B

**ICAM-1:** molécula de adhesión intercelular 1

**Sat02B:** Saturación de oxígeno basal

**Sat02P:** Saturación de oxígeno post-PC6M

**FRB:** Frecuencia respiratoria basal

**FRP:** Frecuencia respiratoria post-PC6M

**BORGDB:** BORG disnea basal

**BORGDP:** BORG disnea post-PC6M

**BORGFB:** BORG fatiga basal

**BORGFP:** BORG fatiga post-PC6M

**FCB:** Frecuencia cardiaca basal

**FCP:** Frecuencia cardiaca post- PC6M

**TASB:** Presión arterial sistólica basal

**TASP:** Presión arterial sistólica post-PC6M

**TADB:** Presión arterial diastólica basal

**TADP:** Presión arterial diastólica post-PC6M

**DPC:** Doble producto cardiaco

**TMR:** Total de metros recorridos

## I. Introducción

La pandemia global de COVID-19, causada por el virus SARS-CoV-2, ha tenido un impacto profundo en la salud pública, afectando a millones de personas en todo el mundo. Aunque la mayoría de los pacientes experimentan una recuperación relativamente rápida, un número significativo de personas ha desarrollado secuelas a largo plazo, conocidas como el síndrome post-COVID o *Long COVID*. Estas secuelas pueden incluir síntomas respiratorios, fatiga crónica, disfunción pulmonar y otros problemas relacionados con la capacidad funcional y la calidad de vida (Davis, 2023; Esendağlı et al., 2021). En particular, los pacientes con afectación pulmonar post-COVID-19 han mostrado alteraciones significativas en su capacidad respiratoria, lo que ha subrayado la necesidad de estrategias de rehabilitación eficaces.

La rehabilitación pulmonar ha surgido como una intervención clave para mejorar la función respiratoria, la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida de los pacientes post-COVID-19. Este enfoque terapéutico, que combina ejercicios físicos, educación y estrategias de manejo de la respiración, se ha mostrado prometedor en estudios recientes, mejorando tanto la capacidad funcional como el bienestar general de los pacientes (Hockele et al., 2022; Nopp et al., 2022). Sin embargo, uno de los desafíos más importantes en el manejo de estos pacientes es la evaluación precisa de la capacidad funcional respiratoria, dado que las pruebas tradicionales pueden no reflejar adecuadamente las alteraciones sutiles o subclínicas.

La prueba de caminata de 6 minutos (6MWT) es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la capacidad funcional en pacientes con enfermedades respiratorias crónicas. Esta prueba mide la distancia que una persona puede caminar en seis minutos, y es un indicador fiable de la tolerancia al ejercicio y de la capacidad cardiovascular y respiratoria (Butland et al., 1982; Chetta et al., 2006). En pacientes post-COVID-19, la 6MWT ha sido empleada para identificar la magnitud de las secuelas respiratorias y para monitorear los

efectos de las intervenciones de rehabilitación pulmonar (Klanidhi et al., 2022; Hockele et al., 2022).

Numerosos estudios han evaluado el impacto de la rehabilitación pulmonar en pacientes post-COVID-19, encontrando que los programas que incluyen ejercicios aeróbicos y de resistencia mejoran significativamente los parámetros respiratorios y la calidad de vida de estos pacientes (Araújo et al., 2023; Meléndez-Oliva et al., 2023). Sin embargo, aún persiste la necesidad de investigaciones que cuantifiquen el impacto de estas intervenciones utilizando herramientas como la 6MWT, con el fin de proporcionar datos objetivos sobre la eficacia de los tratamientos.

Este trabajo tiene como objetivo evaluar el impacto de la rehabilitación pulmonar en pacientes post-COVID-19, utilizando la prueba de caminata de 6 minutos como herramienta principal para medir los cambios en la capacidad funcional. El análisis de esta variable permitirá establecer correlaciones entre la mejora en la distancia recorrida durante la 6MWT y los beneficios observados en otros parámetros clínicos, proporcionando evidencia que apoye la implementación de programas de rehabilitación pulmonar en este contexto.

## **II. Antecedentes**

Se reportaron casos de pacientes con neumonía desconocida en diciembre del 2019 en Wuhan provincia de Hubei, China. Los casos presentaban síntomas de neumonía viral como tos, fiebre, dolor torácico y en casos graves disnea e infiltraciones pulmonares bilaterales al igual que los pacientes con Síndrome respiratorio agudo severo (SARS) y Síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS). Tras analizar estos casos se relacionaron epidemiológicamente 27 pacientes los cuales se encontraban en su mayoría en un mercado ubicado en el centro de Wuhan, en este mercado donde se vendían animales vivos, incluidos vida silvestre y aves además de la venta de mariscos. (Hu, 2021)

La Comisión Municipal de salud realizó la notificación el 31 de diciembre del 2019 sobre estos casos a la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se hizo pública la información que estos casos tenían etiología viral el 09 de enero del 2020. Este mismo mes el día 20 de enero del 2020 se comprobó que la transmisión era de humano a humano. Wuhan cerró su ciudad el 23 de enero del 2020 al aumentar estos casos. La OMS la declaró una Emergencia de salud pública de interés internacional (PHEIC) el día 30 de enero del 2020. Se nombró a este nuevo virus de dos maneras distintas; La OMS lo nombró Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) y el Comité Internacional de Taxonomía de Virus (CITV) lo nombró como “síndrome respiratorio agudo severo coronavirus -2 (SARS-CoV-2). Ambos nombres fueron dados a conocer el día 11 de febrero del 2020. La OMS define a este evento como pandemia el 11 de marzo del 2020. (Hu, 2021)

### **III. Fundamentación teórica.**

El SARS-CoV-2 está incluido en el género Betacoronavirus y pertenece a la familia Coronavirinae. Sus partículas son esféricas o pleomórficas, con un diámetro que va de 60nm a 140nm. Los coronavirus tienen un genoma de 27-32 kilobases (kb) posicionándolos en uno de los virus con ARN monocatenario más grandes. Los coronavirus pueden codificar proteína hemaglutinina-esterasa, proteína 3a/b y proteína 4a/b en su superficie. El material genético del SARS-CoV-2 tiene similitud con el resto de coronavirus. Del total del genoma del virus solo el 67% codifica para ORF1a/b el cual codifica para nsp1-16 (16 poliproteínas no estructurales y el 37% restante codifica para proteínas estructurales y accesorias. La proteína espiga (S), membrana (M), envoltura (E) y nucleocápside (N) son las principales proteínas estructurales que codifican los coronavirus. (Dhama K, 2020)

#### **Epidemiología**

A través de los estudios epidemiológicos sabemos que las personas sintomáticas y asintomáticas son los que transmiten el virus, esto puede ser por microgotas respiratorias, por contacto con superficies contaminadas, objetos contaminados y por aerosoles. El periodo de incubación es en promedio cinco y siete días, pero puede extenderse hasta llegar a los 14 días. Las personas en el periodo presintomático pueden ser contagiosas desde uno a tres días antes de aparecer los síntomas por medio de microgotas, contacto directo o indirecto con secreciones contaminadas con el virus en superficies. Existen los casos en los que la persona pese a estar infectada por el virus SARS-CoV-2 no presenta síntomas ocurriendo hasta en un 20% de los casos. La excreción de viriones infecciosos es de 8 días a partir del inicio de los síntomas. (Organización Mundial De La Salud, 2022, 15 de septiembre)

En el caso de los pacientes sintomáticos el 80,9% presentan un cuadro leve y moderado de la enfermedad, el 13,8% desarrolla la enfermedad grave en la cual



se requiere oxigenoterapia y el 4,7% de los infectados presentaron complicaciones como la insuficiencia cardiaca, SDRA, tromboembolia, síndrome séptico, insuficiencia multiorgánico, choque séptico. (Zazhi., 2020)

Los factores de riesgo para presentar un tipo grave de la enfermedad se han encontrado: el tabaquismo, diabetes, hipertensión, neumopatías crónicas, cardiopatías, edad avanzada y cáncer. (Organizacion Mundial De La Salud, 2022, 15 de septiembre)

A nivel mundial la Universidad de Johns Hopkins el día 29/12/2022 reporta un total de 659,196,285 casos de COVID-19. Siendo Estados Unidos (100,583,089 casos), Francia (39,449,665 casos), Alemania (37,313,240 casos), Brasil (36,264,721 casos), Corea del Sur (28,931,140 casos), Japón (28,978,428 casos), Italia (25,021,606 casos), Rusia (21,479,298 casos) y Reino Unido (24,365,688 casos) los países más afectados por esta pandemia. En América Latina, Brasil, Argentina (9,891,139 casos), México (7,234,467 casos), Colombia (6,328,989 casos) Chile (5,020,409 casos) fueron los países más afectados. En México, la Ciudad de México reporta un total de casos de 1,787,504, Nuevo León (404,625 casos), Jalisco (287,963 casos), Tabasco (219,582), Puebla (211,342), Querétaro (179,287) Tamaulipas (179,814), Chihuahua (170,214), Chiapas (54,182). (Hopkins, 2022)

### Historia natural de la enfermedad

Tras entrar por medio de la vía respiratoria y llegar a los pulmones, el SARS-CoV-2 invade las células epiteliales y alveolares de las vías respiratorias, especialmente neumocitos tipo II, estas células son las encargadas de producir surfactante tensioactivo alveolar y son predecesoras de los neumocitos de tipo I (Wolfel, 2020). Al igual que el SARS-CoV, el SARS-CoV-2 requiere del receptor de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ECA-2) para entrar en el interior de las células (Hoffmann, 2020). El SARS-CoV-2 puede infectar a cualquier célula que exprese el receptor ECA-2, como células endoteliales, cardiomiocitos, células de

músculo liso vascular, macrófagos, fibroblastos, células T, enterocitos, células epidérmicas o células tubulares. La presentación clínica y, sobre todo, las consecuencias de la infección se deben a la ubicuidad de este receptor. (Ziegler, 2020) (Hamming, 2004) (Zheng, 2020).

El mecanismo por el que se produce la entrada del virus en la célula ocurre a través de la interacción de la glucoproteína S del coronavirus y el receptor ECA-2 (Li W. M., 2003) junto con la concurrencia de la serina proteasa transmembrana 2 (TMPRSS2), una proteína de la superficie celular expresada, sobre todo, por las células endoteliales que produce la escisión proteolítica de la proteína S, provocando la fusión de las membranas y la entrada del virus en el interior del citoplasma (Belouzard, 2009) . Tras la entrada del virus, el ARN viral se libera en el citoplasma y se produce la traducción de las dos poliproteínas y de las proteínas estructurales (Perlman, 2009).

Una vez dentro del citoplasma se ponen en marcha estrategias para evadir la respuesta inmunitaria. Los patrones moleculares asociados a patógenos (PAMP) las cuales son estructuras no evolucionadas reconocidas por receptores de la célula del huésped. Estos receptores se conocen como receptores de reconocimiento de patrones (RPR). Se trata de las siguientes estructuras: los toll-like receptors (TLR), los retinoic acid inducible gene-I-like receptors (RIG-I), los nucleotide-binding oligomerization domain (NOD)-like receptors o los C-type lectin-like receptors (Guo, 2020), Estos receptores constituyen mecanismos intracelulares de reconocimiento de estructuras extrañas y desencadenan una respuesta defensiva por parte de la célula que puede acabar con la destrucción de esta, así como del patógeno. El SARS-CoV-2 induce la formación de vesículas de doble membrana que carecen de RPR en su interior, lo cual permite al virus escapar al sistema de vigilancia intracelular y la replicación viral en un entorno seguro (Knoops, 2008) (Li X. G., 2020).

Otro mecanismo complementario que evade la respuesta defensiva del huésped ocurre por medio de algunas proteínas virales no estructurales que son capaces de antagonizar la respuesta antiviral generada a través del interferón o de los genes de respuesta al interferón (INF) (Fung, 2020). Por ejemplo, la proteína no estructural 1 inhibe las respuestas del IFN por medio de dos mecanismos clave: la inactivación de la maquinaria de traducción del huésped por medio la degradación de ARNm del huésped y la inhibición de signal transducer and activator of transcription 1 (STAT1) (Vabret, 2020). Simultáneamente, la proteína no estructural 3, una proteasa similar a la papaína, antagoniza la producción de IFN y citocinas, bloqueando la fosforilación del factor de regulación de IFN-3 (IRF3) y alterando la señalización del factor nuclear kappa B (NF-κB) (Totura, 2012).

Como consecuencia de esta acción viral sobre la respuesta inmunitaria, se genera un círculo vicioso que puede alterar de forma intensa la respuesta del huésped frente a la infección. Este mecanismo inicial de evasión de la respuesta inmunitaria innata puede modular y aplanar la respuesta antiviral del IFN y retrasar la puesta en marcha de una respuesta de la inmunidad adaptativa. Esto concede tiempo al virus para replicarse e incrementar la carga viral (Li X. G., 2020), y resulta en un aumento de PAMP y patrones moleculares asociados a daño tisular (DAMP) virales. Se produce una mayor alteración de la señalización de la vía del interferón junto con una mayor estimulación de los receptores de la inmunidad innata, los RPR, lo que conduce a una respuesta inflamatoria aberrante. Además, el SARS-CoV-2 (en comparación con otros coronavirus, como el SARS-CoV) tiene ventaja competitiva en este entorno, ya que la capacidad de replicación del SARS-CoV-2 es 3,2 veces mayor que la del SARS-CoV en tejido pulmonar humano infectado, sin llegar a inducir respuesta de la vía del IFN de tipo I, II y III (Chu, 2020).

El reconocimiento de la nucleocápside viral es la responsable de la activación de producción de interleucinas (IL) 6, factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ). Este mecanismo de señalización de alarma que utiliza la célula para marcar el peligro acontecerá a continuación en una infiltración excesiva de células inflamatorias a los pulmones. Posterior a la infección por SARS-CoV-2 ocurre una señalización de neutrófilos y monocitos-macrófagos inflamatorios en los que promueve la liberación de citocinas y quimiocinas (Sofia Modino Perez, 2022). Las citocinas que se han estudiado en la respuesta inmune son la IL-1  $\beta$ , IL-6, IL-18 y Factor estimulante de colonias de granulocitos y macrófagos (GM-CSF). Este evento se ha denominado tormenta de citocinas la cual produce daño local y sistémico. (Bonaventura, 2020) (Fajgenbaum, 2020).

#### Cuadro Clínico

El 80 % de los pacientes con COVID-19 presentara su forma sintomática, caracterizada por fiebre en un 83%-99% de los casos, tos 59%-83%, astenia 44%-70%, anorexia en 40%-84%, disnea 31%-40% y mialgias 11%-35%. Además de estos signos y síntomas se han reportado otros como la anosmia y ageusia, cefalea, faringodinia, náuseas, vomito, diarrea, rinorrea, congestión nasal como signos y síntomas inespecíficos.

Se han asociado manifestaciones neurológicas como mareos, agitaciones, convulsiones, debilidad o manifestaciones similares a un accidente cerebrovascular como lo son afasias y alteraciones en la visión, perdida del equilibrio y perdida sensorial. Otras manifestaciones atípicas como lo son diarrea, hiporexia, delirio confusional, ausencia de fiebre, reducción de la movilidad, y del estado de alerta pueden aparecer con mayor frecuencia en personas mayores inmunodeprimidas. En los niños puede no presentarse como en los adultos la tos y la fiebre. (Organizacion Mundial De La Salud, 2022, 15 de septiembre)

COVID-19 agudo: Desde el inicio de los signos y síntomas hasta las 4 semanas.

COVID-19 sintomático en curso: Desde las 4 semanas de signos y síntomas hasta las 12 semanas.

Post-COVID-19: A partir de las 12 semanas sin explicación por diagnóstico alternativo.

Long-COVID-19: Asociación de COVID-19 sintomático en curso y Post-COVID-19. (Esendağlı, 2021)

### Diagnostico

Si bien una buena historia clínica donde exista una historia de contactos, los signos y síntomas junto con los cambios radiográficos de neumonía favorece al diagnóstico, el diagnostico de laboratorio es fundamental. (He, 2020)

Se cuenta con dos tipos de pruebas virales principales: las pruebas de amplificación de ácido nucleico (NAAT) y las pruebas de antígenos. Cada una de estas pruebas tiene sus características lo dependerá de las circunstancias para la recomendación de una u otra prueba.

Las pruebas NAAT son las más confiables para personas con o sin síntomas ya que permiten detectar material genético viral que puede estar en el organismo hasta 90 días después del resultado positivo. Por lo tanto, no debe utilizarse en los últimos 90 días en pacientes que tengan el resultado de una prueba positiva

Las pruebas de antígenos se utilizan como pruebas rápidas ya que el resultado está listo en un lapso de 15 a 30 min. Estas pruebas no se recomiendan en pacientes asintomáticos. El resultado negativo no permite descartar la infección por lo que son menos confiables que las pruebas NAAT. Para mejorar la detección viral se debe realizar una prueba de antígenos nuevamente a las 48 horas cuando el primer resultado fue negativo. (CDC, 2022)

Ya que se realizó el diagnóstico de COVID-19 estos pacientes pueden desarrollar complicaciones agudas.

La COVID-19 presenta distintas etapas clínicas en los pacientes sintomáticos las cuales son (OMS, 2022) :

- 1) Enfermedad leve: No presenta neumonía viral ni hipoxia, en paciente sintomático
- 2) Enfermedad moderada: Neumonía en paciente sintomático
- 3) Enfermedad grave: Neumonía grave ( $SpO_2 < 90\%$ , disnea, frecuencia respiratoria más de 30 inspiraciones/min.
- 4) Enfermedad crítica:
  - a) Síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA)
  - b) Síndrome séptico
  - c) Choque séptico
  - d) Trombosis aguda
  - e) Síndrome inflamatorio multisistémico

### Complicaciones

Las complicaciones generadas a partir del COVID-19 incluyen un amplio número de enfermedades que se caracterizan por cicatrización pulmonar incluida la fibrosis pulmonar idiopática. Aproximadamente el 11 % de los casos hospitalizados por COVID-19 presentarán un patrón fibrótico posterior a la presentación de la enfermedad aguda. (Society, 2022)

#### a. Daño Pulmonar

Existen 3 maneras en las que el virus puede generar daño pulmonar: La primera es la inflamación de las vías respiratorias la cual se asocia a mediadores proinflamatorios. La segunda es la oclusión microvascular alveolar trombótica difusa. La tercera es el SDRA con daño alveolar difuso. Al ocurrir estos 3 eventos

ocurre alteración dentro del organismo como acidosis, por hipoxemia provocada por la poca oxigenación nivel alveolar. La insuficiencia respiratoria como consecuencia de la mala perfusión tisular puede dar como resultado la muerte del paciente en ausencia de un tratamiento eficaz. (Wang, 2020)

La célula principalmente afectada a nivel pulmonar es el neumocito tipo 2, el SARS-CoV-2 se une al receptor de la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2) en la superficie celular de los neumocitos tipo 2 provocando daño por la replicación viral y por las citoquinas proinflamatorias. Los 2 efectos anteriores añadido los infiltrados inflamatorios de células multinucleadas y mononucleares generan un daño alveolar difuso caracterizado por función alterada a nivel celular de los neumocitos tipo 2 lo que da por resultado necrosis o apoptosis celular, exudado, descamaciones de neumocitos además de la formación de membranas hialinas.

Para que ocurra un intercambio de gases alveolares efectivo deben de estar íntegros y funcionando con normalidad el epitelio alveolar y la microcirculación con capilares alveolares permeables. Al dañarse estos dos componentes por el SARS-CoV-2 genera la fisiopatología principal de la neumonía por COVID-19/ SDRA que es un intercambio de gases alveolares y la oxigenación gravemente afectadas.

El receptor ACE2 es la entrada del SARS-CoV-2 en las células y también sirve como un "puente" para que el virus se dirija directamente a las células endoteliales vasculares, lo que resulta en disfunción de las células endoteliales. En combinación con la liberación de citocinas y quimiocinas proinflamatorias, las células endoteliales activadas muestran una regulación positiva del factor de Von Willebrand y moléculas de adhesión, incluida la molécula de adhesión intercelular (ICAM)-1, P-selectina y E-selectina. Estos cambios son seguidos por la agregación de plaquetas y leucocitos y la activación del sistema del complemento. Por lo tanto, se liberan trampas extracelulares de neutrófilos que activan la vía de contacto directo para la trombosis, acompañadas de una activación del

complemento que induce la liberación del factor tisular. Además, los factores inducibles por hipoxia de las células endoteliales (HIF, por sus siglas en inglés) regulan positivamente el TF y los agregados de plaquetas dan como resultado la formación de trombos. (Wang, 2020)

En un estudio realizado en el 2022 en relación a la función pulmonar y los hallazgos radiológicos un año después de COVID-19 se encontró que el 39.8 % presentaban una alteración en la función pulmonar, sin embargo, los cambios de tipo fibrótico a los 12 meses solo se encontraron en el 22.7% de los pacientes mientras que más del 80% tuvo una tendencia a mejoría pulmonar entre los 180 y 365 días. Sin embargo, los 14.4% de los pacientes presento una anomalía restrictiva posterior a un año. (Tarraso, 2022)

Una vez pasando la etapa aguda de la enfermedad después de desarrollarse el daño pulmonar se pueden presentar disnea (24%), dolor torácico (5%), mialgia (2%), trastorno de la atención (27%), caída de cabello (25%), cefalea (44%), fatiga y debilidad muscular (58%). Además, se presenta otras alteraciones como lo son alteraciones del estado de ánimo como depresión y/o ansiedad, esto condiciona al uso de pruebas estandarizadas en el país para la valoración de estas patologías.

Long-COVID-19 se presenta en el 10% de todas las infecciones por SARS.CoV-2 esta es una enfermedad debilitante de las cuales se han registrado mas de 200 síntomas con afecciones en múltiples sistemas de órganos. Alrededor de 65 millones de personas presentan esta enfermedad en todo el mundo. (Davis, 2023)

## 6. Rehabilitación Pulmonar

La rehabilitación pulmonar es una intervención multidisciplinaria e integral la cual está basada en evidencia, con utilidad en enfermedades crónicas que



afecten el sistema respiratorio que presenten síntomas y que presentan disminución de la actividad diaria. La rehabilitación pulmonar tiene como objetivo optimizar el estado funcional, reducir los síntomas del paciente y reducir los costos de la atención médica mediante la disminución o reversión de todos los signos y síntomas de las enfermedades respiratorias.

Las restricciones ventilatorias, las anomalías en el intercambio de gases a nivel alveolar, disfunción de los músculos periféricos, disfunción cardíaca o cualquiera de las anteriores generan intolerancia al ejercicio. La ansiedad, la depresión y la falta de motivación también pueden contribuir a la intolerancia al ejercicio; sin embargo, no se ha establecido una asociación directa. (Martijn A. Spruit, 2013).

Dentro de la rehabilitación pulmonar los pacientes son sometidos a distintas estrategias como lo son ejercicio aeróbico, educación del paciente, oxigenoterapia, entrenamiento muscular, nutrición, soporte psicológico.

La mayoría de las personas inscritas en rehabilitación pulmonar tienen EPOC. Sin embargo, las personas con trastornos respiratorios crónicos distintos de la EPOC experimentan una carga de síntomas y una limitación de la actividad similares, y algunos se beneficiarán de las intervenciones de rehabilitación pulmonar. Desde la Declaración anterior, se han realizado varios ensayos controlados aleatorios y ensayos no controlados que investigan los efectos de la terapia de rehabilitación pulmonar en personas con trastornos respiratorios crónicos distintos de la EPOC.

En la fibrosis quística existe mejoría en la capacidad de ejercicio, fuerza y calidad de vida; tasa más lenta de disminución de la función pulmonar. El ejercicio de caminar disminuye la impedancia mecánica del esputo. En el Asma se mejora el estado físico, síntomas de asma, ansiedad, depresión y calidad de vida. En hipertensión pulmonar la rehabilitación pulmonar mejora la resistencia al ejercicio, la clase funcional de la OMS, calidad de vida, pico de capacidad aeróbica (V.V.02), aumento de la carga de trabajo máxima y aumento de la función de los músculos periféricos.

En la enfermedad pulmonar intersticial después de la rehabilitación pulmonar presenta mejoría en la prueba de caminata de 6 minutos, disnea y calidad de vida. Son comunes la desaturación inducida por el ejercicio y la hipertensión pulmonar. Se debe disponer de oxígeno suplementario y está indicado el control adecuado de la saturación de oxihemoglobina durante el ejercicio. En la Bronquiectasias mejora en la distancia en la prueba de caminata de 6 minutos y el tiempo de ejercicio de resistencia los cuales los beneficios se mantuvieron después de 3 meses en los pacientes que realizaron entrenamiento de los músculos inspiratorios además del entrenamiento con ejercicios para todo el cuerpo. (Martijn A. Spruit, 2013).

## 7. Caminata de 6 minutos

En 1963 Cooper dio a conocer una prueba que se basa en una carrera de 12 minutos, esta prueba estaba destinada para la evaluación y aplicación para deportistas con la finalidad de valorar la condición física. Esta prueba tenía el problema que era muy exigente en población con patologías cardíacas o respiratorias, por lo que realizaron modificaciones a esta prueba cambiando la carrera a caminata cual Mc Gavin y cols. en 1976. También se redujo el tiempo de 12 minutos a 6 minutos aplicándolo en pacientes con patologías respiratorias por Butland y cols. Allí se mostró su utilidad como método de análisis y clasificación siendo de esta manera más natural y fácil para el paciente siendo más adecuado para este además de ser más fácil de replicar por el personal de salud. (Cooper, 1963) (McGAVIN C R, 1976) (BUTLAND R J A, 1982)

El objetivo de la prueba de caminata de seis minutos (PC6M) es que tras realizar un recorrido en una superficie plana por 6 minutos poder medir la distancia máxima que se puede caminar caminando lo más rápido que sea posible midiéndolo en metros. Esta prueba se realizará en un pasillo que tenga una longitud de 30 metros planos, lo cual se recomienda que sea en interiores, se

debe evitar el paso de cualquier otra persona que sea ajena a la prueba para que no se interrumpa, ya sean otros pacientes, personal de limpieza y personal del sector salud. La PC6M evalúa durante el ejercicio distintos sistemas como lo son el musculoesquelético, cardiovascular, respiratorio y neurosensorial. Esta prueba dependiendo del estado del paciente se puede considerar como prueba submaxima o máxima ya que algunas personas pueden llegar a su capacidad máxima al ejercitarse.

La PC6M es útil en pacientes con diversas enfermedades respiratorias ya que ha mostrado utilidad clínica para su clasificación, seguimiento y pronóstico. Además, esta prueba tiene utilidad aun con intervenciones como lo son farmacológicas, quirúrgicas, o de rehabilitación valorando la capacidad física midiendo así los efectos de la esta intervención. En pacientes con enfermedades respiratorias crónicas como lo son hipertensión pulmonar, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), enfermedades intersticiales el cambio mínimo clínicamente significativo (CMCS) es de 25 a 33 metros con una media de 30 metros de mejoría en comparación de su primer PC6M.

El cambio mínimo clínicamente significativo (CMCS) en sujetos con enfermedades respiratorias crónicas como ejemplo la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, hipertensión pulmonar y las enfermedades intersticiales es de 25 a 33 metros con una mediana de 30 metros aproximadamente. (Laura Gochicoa-Rangel, 2015).

En un estudio de casos cuatro pacientes que presentaron COVID-19 se les realizó una prueba de caminata de 6 minutos donde se registró una media de distancia recorrida inicial de 396 metros, posteriormente realizaron terapia de rehabilitación pulmonar durante 3 meses, al finalizar esta terapia se realizó nuevamente una prueba de caminata de 6 minutos donde hubo media de 603 metros recorrido por los pacientes. (Tozato C, 2021)

## 8. Escala de Borg

En 1982 Borg desarrollo la escala de Borg, una escala de esfuerzo percibido, esta prueba mide la cantidad del esfuerzo que el paciente percibe al momento de realizar alguna actividad física. Cuando el paciente está realizando deporte, rehabilitación medica esta escala da criterios para realizar ajuste a la intensidad de la actividad física. (Borg, 1982)

En 1973 Skinner realizo estudios para comprobar la confiabilidad y validez de esta escala, se utilizó un coeficiente de alfa entre la percepción subjetiva del esfuerzo y el ritmo cardiaco de los pacientes, dando como resultado una gama desde 0.77 hasta 0.90 (N=16). Gordon en 1990 valoro las correlaciones entre la percepción somática y el esfuerzo percibido: obteniendo una correlación promedio de 0.75 y de 0.83, una vez logrado un ritmo estable (N=88). En 1991 D.&G. correlacionaron los niveles de oxígeno, de lactato y la frecuencia cardiaca dando como resultado una correlación múltiple de 0.85. Se utilizo como la fórmula de producto-momento de Pearson para los coeficientes de confiabilidad. Bloem P. en 1991 obtuvieron ( $r=0.77$ ) de confiabilidad utilizando el "test-retest". (SKINNER J., 1973) (GORDON M., 1990) (D. & G., 1991), (BLOEM P., 1991).

#### **IV. Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** Antes de la rehabilitación pulmonar los metros recorridos en la prueba de los 6 minutos en paciente con COVID-19 fueron igual a 396 metros en comparación con los metros recorridos después de la rehabilitación que fueron igual a 603 metros.

**H<sub>a</sub>:** Antes de la rehabilitación pulmonar los metros recorridos en la prueba de los 6 minutos en paciente con COVID-19 fueron diferentes a 396 metros en comparación con los metros recorridos después de la rehabilitación que fueron diferentes a 603 metros.

## **V. Objetivos**

### **V.1 Objetivo general**

Determinar el impacto de la terapia de rehabilitación pulmonar medida con la prueba de caminata de 6 minutos en pacientes post COVID-19.

### **V.2 Objetivos específicos**

- Determinar los metros recorridos antes y después de la terapia de rehabilitación pulmonar mediante la prueba de caminata de 6 minutos

## **VI. Material y métodos**

### **VI.1 Tipo de investigación**

Se trata de un estudio de cohorte histórico, longitudinal, retrolectivo en el cual se comparará la información capturada en la base de datos el desempeño en la prueba de caminata de 6 minutos, antes y después de la rehabilitación pulmonar realizada en el 2021-2022, por lo que no se tendrá intervención alguna.

### **VI.2 Población**

Expedientes de pacientes mayores de 18 años que hayan padecido COVID-19 y que acudieron a la unidad de rehabilitación del Hospital General Regional No.2, delegación Querétaro y que hayan recibido terapia de rehabilitación pulmonar individualizada. La cual consistió en un programa de 20 sesiones de terapia en 2 meses donde se realizaron ejercicios de reeducación respiratorio, ejercicio aeróbico en cicloergómetro de miembros superiores e inferiores, rutina de fortalecimiento muscular de miembros inferiores y enseñanza de técnicas de conservación de energía en actividades de la vida diaria. Los tiempos e intensidad del ejercicio aeróbico se indicaron de forma individualizada según el contexto clínico de cada paciente. En un periodo comprendido entre 2021 a 2022

### **VI.3 Muestra y tipo de muestra**

Se utilizó el total de la población al contar con los datos de atenciones generados por la terapia de rehabilitación pulmonar en pacientes que acudieron a lo largo del periodo del 2021 a 2023, lo que no significó un aumento de los recursos necesarios para realización de la investigación. No se requirió de un tipo de

muestreo, ya que se incluyó el total de los pacientes de 136, de los cuales 61 cumplieron los criterios de inclusión y exclusión.

### **VI. 3.1 Criterios de selección**

- Criterios de inclusión:
  - Expedientes de pacientes que hayan padecido COVID-19 y que acudieron a terapia de rehabilitación pulmonar individualizada.
  
- Criterios de exclusión:
  - Expedientes de pacientes con comorbilidades que condicionen dependencia de oxígeno y que puedan alterar el resultado de la prueba.
  
- Criterios de eliminación:
  - Expedientes incompletos.

### **VI. 3.2 Variables estudiadas**

Las variables estudiadas fueron la edad, peso, IMC, saturación de oxígeno, frecuencia respiratoria, presión arterial sistólica y diastólica, disnea, fatiga, frecuencia cardiaca, doble producto cardiaco, total de metros recorridos en la PC6M.



#### **VI.4 Técnicas e instrumentos**

Se utilizó una hoja de recolección de datos la cual fue la prueba de caminata de 6 minutos donde los pacientes realizan una caminata durante 6 minutos

#### **VI.5 Procedimientos**

Posterior a la autorización por el Comité Local de Investigación, se solicitó un permiso mediante un oficio firmado por el director de tesis a las autoridades correspondientes para realizar la investigación en el Hospital General Regional N.2 Querétaro. Se utilizó muestreo no aleatorio por convención. Se acudió a jefatura de medicina física y rehabilitación donde se autorizó la utilización de la carpeta donde se encontraba las hojas de recolección de datos de las pruebas caminatas de 6 minutos, se acudió en las mañanas para realizar una base de datos en Excel con la información presente en las pruebas de caminata de 6 minutos de los pacientes que cumplían los criterios de inclusión. Posterior al uso de la carpeta donde se encontraba la información para realizar la base de datos se volvió a entregar a jefatura de medicina física y de rehabilitación para su resguardo.

##### **VI.5.1 Análisis estadístico**

Para las variables cuantitativas se calcularán medidas de tendencia central, para las variables cualitativas se utilizaron frecuencias y porcentajes. Se calculará el intervalo de confianza al 95% utilizando el método exacto para proporciones pequeñas.

Se verificará el cumplimiento del supuesto de normalidad previo al estudio de las variables, se realizará un análisis univariado utilizando la prueba U de Mann

Whitney para datos independientes, en cuanto a las variables cualitativas considerando valores significativos de  $p < 0.05$ .

### **VI.5.2 Consideraciones éticas**

Este estudio considera los aspectos éticos en la declaración de Helsinki, en su última modificación por la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013. Apegándose a lo señalado en: los principios generales; los riesgos, costos y beneficios; los requisitos científicos y protocolos de investigación; los comités de investigación; la privacidad y confidencialidad.

Este estudio considera también los principios éticos básicos señalados en el Informe Belmont (1979) que sustentan toda la investigación con sujetos humanos: respeto por las personas, beneficencia y justicia. Así mismo este estudio considera los aspectos señalados en la Ley General de Salud (7 de febrero de 1984, última reforma DOF 12-07-2018) en su Título quinto, Investigación para la salud, Capítulo único: desarrollo de acciones que comprende al investigación para la salud (artículo 96); bases conforme a las cuales se debe desarrollar la investigación en seres humanos (artículo 100); y sanciones correspondientes que se hará acreedor quien realice investigación en seres humanos contraviniendo lo dispuesto en dicha Ley (artículo 101).

En este estudio se considera además el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud (6 de enero de 1987, última reforma DOF 02-04-2014): Título segundo, de los aspectos éticos de investigación en seres humanos: o Capítulo I (Disposiciones comunes). Del respeto a la dignidad y la protección de los derechos y bienestar de los seres humanos sujetos de estudio (Artículo 13); de las bases conforme a las cuales deberá desarrollarse la investigación realizada en seres humanos (artículo 14); y 29 de la protección de la privacidad del individuo en las investigaciones en seres humanos (artículo 16). En lo que respecta al riesgo de la investigación (artículo 17), el presente estudio

se clasifica en la siguiente categoría: - sin riesgo, ya que la información obtenida será de los expedientes clínicos y no se realizará ninguna intervención o modificación de los padecimientos de los pacientes.

. La información de los derechohabientes contenida en los anexos 1 y 2 será manejada con confidencialidad y resguardada en las oficinas de la Coordinación de Educación de la Unidad hasta por 5 años con la finalidad de cumplir en las potenciales supervisiones de COFEPRIS y CONBIOÉTICA.

• AUTONOMÍA. Por tratarse de un protocolo de en donde no se tendrá una participación del paciente no será necesaria de su autorización, pero si de una excepción de la Carta de consentimiento informado, además el compromiso como investigadores es resguardar la información y la confidencialidad de los datos obtenidos de los expedientes. Para ello se tomarán en consideración las siguientes estrategias:

1.- Las hojas de instrumentos de recolección de datos contendrán el nombre y número de filiación de las pacientes con fines de que si falta algún dato o existiera algún error en el llenado pueda corregirse. Estas se destruirán una vez que se llene la base de datos en el programa de cómputo donde llevara a cabo el análisis estadístico y se corrobore que los datos son correctos. En la base de datos no se contendrá, nombre, número de afiliación o cualquier otro dato que lo relacione con el participante.

2.- Las hojas de recolección de datos serán resguardadas en la oficina del investigador responsable, en tanto sus datos son descargados a la base de datos y posteriormente serán destruidas en una trituradora de papel. El archivo de la base de datos será resguardará por 5 años en la computadora institucional asignada al investigador responsable.

3.- Los datos no se compartirán con nadie fuera del equipo de investigación y para fines de auditoria; en caso de publicaciones no se identificará a los individuos participantes

BENEFICENCIA. Los datos obtenidos, nos permitirán obtener datos para identificar si la terapia de rehabilitación es eficiente para mejorar la salud post covid de los pacientes, con el objetivo de darlos a conocer a las autoridades correspondientes y de la delegación Querétaro para la adecuada programación de actividades inherentes a este tema prioritario.

- NO MALEFICIENCIA. Al tratarse de un estudio en el cual no se tendrá intervención en el paciente y cuya participación de los investigadores es puramente observacional, no se modificarán variables fisiológicas o psicológicas de los individuos, por lo cual, no se exponen a riesgos a los sujetos de investigación.

- JUSTICIA. Se incluirán los pacientes, independientemente de su religión, filiación política, nivel socioeconómico, género, prácticas sexuales u otra condición de discriminación potencial.

## VII. Resultados

Se estudiaron 61 pacientes con diagnóstico Post COVID-19 a los cuales se les realizó terapia de rehabilitación pulmonar, estos pacientes estuvieron en seguimiento por parte de Medicina Física y Rehabilitación en el área de rehabilitación pulmonar con la prueba de caminata de 6 minutos. Estos pacientes terminaron las sesiones de rehabilitación pulmonar y se les volvió a realizar la prueba de caminata de 6 minutos (PC6M). Se encontró que la media de la edad de estos pacientes fue de 52.7 años (DE = 14.96). La media de talla de los 61 pacientes estudiados fue de 1.61 metros. (DE = 0.09). Ver Cuadro I.

En el grupo estudiado se observó que la mediana de peso es de 79 kilogramos (RIQ = 23.8). Se observó además en los pacientes estudiados que la mediana de índice de masa corporal es de 30.38 (RIQ = 8.8). Ver Cuadro II.

Se observó que la mediana de saturación de oxígeno basal antes de iniciar la prueba de caminata de 6 minutos fue de 94% (RIQ = 4) y posterior a las sesiones de rehabilitación se encontró que la mediana saturación de oxígeno basal fue de 94% (RIC = 3). Al comparar la saturación de oxígeno basal de la caminata inicial y final no se encontró una diferencia significativa en la saturación de oxígeno después de realizar terapia de rehabilitación pulmonar ( $U = 0.76$   $p = 0.446$ ). La mediana de saturación de oxígeno que se encontró post caminata de 6 minutos en la caminata inicial fue de 87% (RIQ = 9) y posterior a las sesiones de rehabilitación se encontró que la mediana de saturación oxígeno post caminata de 6 minutos fue de 90% (RIQ = 7). Comparando la media de saturación de oxígeno post caminata inicial y caminata final después de la rehabilitación pulmonar se encontró que los pacientes mejoran su saturación de oxígeno al realizar un esfuerzo físico después de realizar terapia de rehabilitación pulmonar. ( $U = 2.77$   $p = 0.005$ ). Ver Cuadro III.

La frecuencia respiratoria basal de la caminata inicial de los pacientes estudiados presento una mediana de 18 (RIQ = 8) respiraciones por minuto, después de realizar las sesiones de rehabilitación la frecuencia respiratoria basal presento una mediana de 20 (RIQ = 4) respiraciones por minuto. Al comparar ambas frecuencias respiratorias no se presentó un cambio significativo por lo que el paciente en estado de reposo no hubo mejoría de su frecuencia respiratoria ( $U = 1.39$   $p = 0.164$ ). Así mismo la mediana de la frecuencia respiratoria post caminata de 6 minutos en la caminata inicial fue de 24 (RIQ = 10) respiraciones por minuto, después de realizar las sesiones de rehabilitación la mediana de frecuencia respiratoria post caminata de 6 minutos en la caminata final fue de 24 (RIQ = 8) respiraciones por minuto. Al comparar ambas frecuencias no fue significativo la mejoría de frecuencia respiratoria durante el esfuerzo físico ( $U = 0.41$   $p = 0.681$ ). Ver Cuadro III.

En la escala subjetiva de percepción de disnea y fatiga de BORG se encontró que la mediana de disnea basal fue de 0 (RIQ = 1) y la percepción de disnea basal posterior a las sesiones de rehabilitación pulmonar fue de 0 (RIQ = 1). Al comparar ambas medianas se observó que los pacientes no mejoraron su percepción de disnea ( $U = 0.72$   $p = 0.467$ ). Por otra parte, en la percepción de disnea post caminata se encontró una mediana de 4 (RIQ = 4) y al finalizar la rehabilitación pulmonar se encontró una mediana de disnea post caminata de 3 (RIQ = 3). Al comparar la percepción de disnea post caminata al inicial y después rehabilitación pulmonar se encontró que los pacientes mejoraron su percepción de disnea durante el esfuerzo físico ( $U = 4.50$   $p = <0.001$ ). En cuanto a la percepción de fatiga se encontró una media de fatiga basal en la caminata inicial de 0 (RIQ = 2) y posterior a la rehabilitación pulmonar se encontró una media de fatiga basal en la caminata final de 0 (RIQ = 1). Al comparar la percepción de fatiga basal con la escala de BORG en ambas caminatas de 6 minutos no se observó una diferencia de la percepción de fatiga en reposo después de realizar las sesiones de rehabilitación pulmonar ( $U = 0.837$   $p = 0.402$ ). Posterior a la realización de la

prueba de caminata de 6 minutos se observó en la percepción de fatiga una media de 3 (RIQ = 3) y después de las sesiones de rehabilitación se encontró una media de fatiga post caminata de 2 (RIQ = 3). Al comparar la mediana de la percepción de fatiga post caminata se encontró que los pacientes mejoraron su percepción de fatiga durante el esfuerzo físico ( $U = 2.934$   $p = 0.003$ ). Ver Cuadro IV.

Se observó que la frecuencia cardiaca basal antes de realizar la prueba de caminata de 6 minutos inicial, presento una mediana de 82 latidos por minuto (RIQ = 15). Se observó en los pacientes que concluyeron la terapia de rehabilitación pulmonar presentaron una media de frecuencia cardiaca basal de 80 latidos por minuto (RIQ = 13). Al comparar la mediana de frecuencia cardiaca basal se encontró que no hubo mejoría en la frecuencia cardiaca al estar en reposo ( $U = 0.79$   $p = 0.428$ ). La frecuencia cardiaca post caminata inicial presento una mediana de 116 latidos por minuto (RIQ = 36) y posterior a la rehabilitación presento una mediana de 117 latidos por minuto (RIQ = 31). Al comparar las medianas de la frecuencia cardiaca post caminata en la caminata inicial y final se encontró que no hubo mejoría en la frecuencia cardiaca al realizar un esfuerzo físico ( $U = 1.39$   $p = 0.164$ ). Ver Cuadro V.

La presión arterial sistólica basal presento una mediana de 115 mmHg (RIQ = 20) y posterior a la rehabilitación pulmonar presentó una mediana de 117.5 mmHg (RIQ = 25). Al compararlos se observó que no hubo mejoría significativa en la presión arterial sistólica en reposo ( $U = 0.348$   $p = 0.727$ ). La presión arterial sistólica post prueba de caminata de 6 minutos se registró una mediana de 140 mmHg (RIQ = 25) después de realizar la rehabilitación pulmonar se encontró una mediana de presión arterial sistólica post prueba de caminata de 6 minutos de 140 mmHg (RIQ = 30). Al comparar la mediana de presiones arteriales sistólicas post prueba de caminata de 6 minutos se encontró que no hubo una mejoría significativa en la presión arterial sistólica al realizar un esfuerzo físico ( $U = 0.184$   $p = 0.854$ ). Ver Cuadro V.

Se observó el doble producto cardiaco de los pacientes en donde se encontró una mediana de doble producto cardiaco en la primera prueba de caminata de 6 minutos de 16440 (RIQ = 6417) y en los pacientes que terminaron sus sesiones de rehabilitación pulmonar se encontró una mediana de 16764 de doble producto cardiaco. Al comparar el esfuerzo realizado no se encontró una mejoría significativa en el esfuerzo cardiaco al realizar esfuerzo físico ( $U = 0.510$   $p = 0.610$ ). Ver Cuadro VI.

Los pacientes que concluyeron la prueba de caminata de 6 minutos se registró el total de metros recorridos al finalizar la prueba obteniendo en la caminata inicial una mediana de 358 metros recorridos (RIQ = 250) y una mediana de total de metros recorridos posterior a las sesiones de rehabilitación pulmonar de 439 metros recorridos (RIQ = 145). Al comparar las medianas de distancia de la caminata inicial y la caminata final posterior a la rehabilitación pulmonar se encontró una mejoría del total de metros recorridos de 81 metros ( $U = 4.97$   $p = <0.001$ ). Ver Cuadro VII.

Cuadro I. Edad y talla de los pacientes.

	n = 61			
	Media	DE	Min	Max
Edad	52.7	14.964	13	79
Talla	1.619	0.0958	1.41	1.85

Fuente: Hoja de prueba de caminata de 6 minutos aplicada en pacientes del 2020 a 2022 en el Hospital General Regional No. 2 del IMSS.



Cuadro II. Peso e Índice de masa corporal de los pacientes.

	n = 61			
	Media	Varianza	Mediana	RIQ
Peso	81.90	437	79	23.8
IMC	31.17	48.72	30.38	8.8

Fuente: Hoja de prueba de caminata de 6 minutos aplicada en pacientes del 2020 a 2022 en el Hospital General Regional No. 2 del IMSS.

IMC: Índice de masa corporal

Cuadro III. Saturación de oxígeno y frecuencia respiratoria en PC6M inicial y final

Caminata Inicial			Caminata Final			n = 61	
	Mediana	RIQ		Mediana	RIQ	U	P
SatO2B	94	4	SatO2B	94	3	0.762	0.446
SatO2P	87	9	SatO2P	90	7	2.779	0.005
FRB	18	8	FRB	20	4	1.390	0.164
FRP	24	10	FRP	24	8	0.410	0.681

Fuente: Hoja de prueba de caminata de 6 minutos aplicada en pacientes del 2020 a 2022 en el Hospital General Regional No. 2 del IMSS.

PC6M: Prueba de caminata de 6 minutos, SatO2B: Saturación de oxígeno basal, SatO2P: Saturación de oxígeno post PC6M, FRB: Frecuencia respiratoria basal, FRP: Frecuencia respiratoria post PC6M.

Cuadro IV. Percepción de disnea y fatiga por BORG en la PC6M inicial y final.

Caminata Inicial			Caminata Final			n = 61	
	Mediana	RIQ		Mediana	RIQ	U	P
BORGDB	0	1	BORGDB	0	1	0.727	0.467
BORGDP	4	4	BORGDP	3	3	4.501	<0.001
BORGFB	0	2	BORGFB	0	1	0.837	0.402
BORGFP	3	3	BORGFP	2	3	2.934	0.0033

Fuente: Hoja de prueba de caminata de 6 minutos aplicada en pacientes del 2020 a 2022 en el Hospital General Regional No. 2 del IMSS.

PC6M: Prueba de caminata de 6 minutos, BORGDB: BORG disnea basal, BORGDP: BORG disnea post PC6M, BORGFB: BORG fatiga basal, BORGFP: BORG fatiga post PC6M.

Cuadro V. Frecuencia cardíaca y presión arterial en la PC6M inicial y final

Caminata Inicial			Caminata Final			n = 61	
	Mediana	RIQ		Mediana	RIQ	U	P
FCB	82	15	FCB	80	13	0.792	0.428
FCP	116	36	FCP	117	31	1.390	0.164
TASB	115	20	TASB	117.5	25	0.348	0.727
TASP	140	25	TASP	140	30	0.184	0.854
TADB	70	20	TADB	70	20	0.506	0.612
TADP	80	14	TADP	80	20	1.778	0.075

Fuente: Hoja de prueba de caminata de 6 minutos aplicada en pacientes del 2020 a 2022 en el Hospital General Regional No. 2 del IMSS.

PC6M: Prueba de caminata de 6 minutos, FCB: Frecuencia cardíaca basal, FCP: Frecuencia cardíaca post PC6M, TASB: Tensión arterial sistólica basal, TASP: Tensión arterial sistólica post PC6M, TADB: Tensión arterial diastólica basal, TADP: Tensión arterial diastólica post PC6M.

Cuadro VI. Doble producto cardíaco en PC6M inicial y final

Caminata Inicial			Caminata Final			n = 61	
	Mediana	RIQ		Mediana	RIQ	U	P
DPC	16440	6417	DPC	16764	6531	0.510	0.610

Fuente: Hoja de prueba de caminata de 6 minutos aplicada en pacientes del 2020 a 2022 en el Hospital General Regional No. 2 del IMSS.

PC6M: Prueba de caminata de 6 minutos, DPC: Doble producto cardíaco

Cuadro VII. Total de metros recorridos en la PC6M inicial y final.

Caminata Inicial			Caminata Final			n = 61	
	Mediana	RIQ		Mediana	RIQ	U	P
TMR	358	250	TMR	439	145	4.974	<0.001

Fuente: Hoja de prueba de caminata de 6 minutos aplicada en pacientes del 2020 a 2022 en el Hospital General Regional No. 2 del IMSS.

PC6M: Prueba de caminata de 6 minutos, TMR: Total de metros recorridos.

## **IX. Discusión**

Las secuelas pulmonares ocasionadas por la COVID-19 ha tenido un gran impacto en la población mundial generando disminución en la tolerancia en el ejercicio, la fatiga y calidad de vida que al igual (Araújo BTS, 2023) el presente estudio analiza los cambios en la tolerancia al ejercicio, la percepción de disnea y fatiga, añadiendo el doble producto cardiaco y la mejoría en la distancia recorrida pero a diferencia de este último estudio, se utilizó la PC6M en los pacientes Post COVID-19.

En los pacientes analizados se observó que la media de edad que realizaron la rehabilitación pulmonar fue de 52 años. Así mismo la mediana de la población estudiada tenía un IMC de 30 colocando al promedio en obesidad Grado I presentando similitud al estudio realizado por (Araújo BTS, 2023) donde tras analizar a 26 pacientes presento un promedio de 31 IMC y un promedio de edad de 51 años.

En el presente estudio no se realizó intervención en los pacientes, pero en el programa de rehabilitación pulmonar que realizaron los pacientes si bien fue individualizado se presentaron ejercicios aeróbicos como la bicicleta estacionaria. Ejercicios de resistencia como pesas, peso anclado, bandas de resistencia. Ejercicios respiratorios como, ejercitador respiratorio tipo Voldyne, similares a lo realizado por (Hockele LF, 2022) el cual utilizo además de los antes mencionados la caminadora, sopladores y EPAP. No se utilizaron ejercicios acuáticos como lo describe (Lobanov AA, 2022 )

Al analizar los datos no se valoró las diferencias relacionadas con el sexo de la función pulmonar en la PC6M como lo describe (Raza SS, 2023) presentado un área de oportunidad en este estudio ya que se incluyeron hombres y mujeres

en las medianas mencionados a continuación sin hacer diferenciación de ambos sexos.

Después de realizar la rehabilitación pulmonar presentaron mejoría los pacientes en su saturación de oxígeno al realizar un esfuerzo físico ( $p = 0.005$ ) en el estudio (Amput P, 2024) se le dio seguimiento de 3 meses a los pacientes sin realizar terapia de rehabilitación y también presentaron mejoría en la saturación de oxígeno pero cabe señalar que en el estudio se realizó con pacientes jóvenes alrededor de 18 y 24 años con o sin Post COVID-19 pero confirmando presentar la infección por COVID-19. En otros estudios se utilizó como parámetro el VEF1, CVF y FEV1/CVF como parámetros donde se demostró una mejora de los parámetros ventilatorios posterior a la rehabilitación pulmonar.

Como comenta (Klanidhi KB, 2022) en su estudio, es esperado un aumento de la puntuación de la escala de BORG para disnea posterior a la prueba de caminata de 6 minutos. En el estudio se observó si bien un aumento en la puntuación de BORG de disnea y fatiga comparándolo con lo obtenido en reposo, los pacientes presentaron una mejora en la percepción de disnea y fatiga durante la PC6M similares a los presentados en el estudio de pero a diferencia de este último estudio, en el estudio realizado no se pudo comprobar la mejora en la frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria, tanto el estudio de (Hockele LF, 2022) con el presente estudio presento una duración de 1 mes a 2 meses de sesiones presentado con una diferencia en la cantidad de sesiones de rehabilitación pulmonar donde se utilizó 10 sesiones en el presente estudio y 16 sesiones en el estudio mostrado por Hockele. En el metaanálisis de (Meléndez-Oliva E, 2023) también se demostró la mejora en la percepción de disnea con la escala de BORG con una disminución significativa y grande en los niveles de disnea posterior a la rehabilitación pulmonar. La presión arterial sistólica y diastólica no presento una mejoría significativa en los pacientes después de la rehabilitación pulmonar similar a lo comentado por (Hockele LF, 2022).

Si bien los pacientes posterior a la rehabilitación pulmonar mejoraron la percepción de disnea, fatiga y la saturación de oxígeno, no presentaron un cambio significativo en otros parámetros como la frecuencia respiratoria y presión arterial sistólica en reposo y al realizar la PC6M, por lo que no existió mejoría en el consumo de oxígeno miocárdico medido por el doble producto cardiaco durante la PC6M. (Tozato C, 2021) en su estudio de casos presento 5 pacientes que presentaron mejoría del doble producto cardiaco pero estas mediciones fueron en reposo, algo que a diferencia de este estudio se realizaron las mediciones durante el esfuerzo físico en la PC6M.

La distancia recorrida en la prueba de caminata de 6 minutos en personas sanas reportado en la literatura se encontró el estudio de (Chetta A, 2006) en donde comenta que los pacientes sanos de 20 a 50 años recorrieron en promedio  $638 \pm 44$  m  $593 \pm 57$  m en hombres y mujeres respectivamente y (RODRIGO OSSES A. ORGE YÁÑEZ V, 2010) en población chilena de 20 a 80 años un promedio de  $644 \pm 84$  en hombres y  $576 \pm 87$  en mujeres.

En los pacientes analizados se encontró una mediana de distancia recorrida en ambos sexos en la primer PC6M de 358 m y de 439 m posterior a la rehabilitación pulmonar con una diferencia de medianas de 81 m. (Nopp S, 2022) reporto un promedio de mejoría de 62 m en su estudio con 58 pacientes. (Hockele LF, 2022) reporto un promedio de 326 m pre-rehabilitación pulmonar y 445 m post rehabilitación pulmonar con una diferencia de medias de 119 m. (Tozato C, 2021) en su estudio de 5 casos presento promedio de 396 m en la primera PC6M y un resultado post rehabilitación pulmonar con un promedio de 603 m.

El estudio presenta sus limitaciones las cuales se comentan a continuación:

Los estudios con los cuales se comparó el presente estudio se utilizó la media como medida de tendencia central a diferencia de este estudio que utilizó las medianas. Así como los resultados presentados se realizaron sin diferenciar sexo presentando un punto a mejor ya que existe diferencia de estos valores en hombres y mujeres como lo comenta (Raza SS, 2023) en su estudio.

## **X. Conclusiones:**

Al analizar el desempeño de la prueba de caminata de 6 minutos en estos pacientes podemos concluir lo siguiente:

1.- La terapia de rehabilitación pulmonar presento un impacto significativo en la tolerancia al esfuerzo físico presentado una mejoría en la saturación de oxígeno post caminata de 6 minutos.

2.- Los pacientes presentaron una mejoría en la percepción de la disnea y de fatiga al realizar esfuerzo físico en la prueba de caminata de 6 minutos.

3.- Se incrementó la distancia recorrida en la prueba de caminata de 6 minutos con una mediana de 81 metros.

4.- La mediana de los pacientes no presentaron cambios significativos en la frecuencia cardiaca máxima alcanzada ni en la presión arterial sistólica generando un doble producto cardiaco poco significativo.

5.- La Prueba de caminata de 6 minutos es una prueba segura para realizar en personas con Post COVID-19. No se presentaron fallecidos durante las pruebas registradas.

## **XI. Propuestas**

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación se propone a nivel administrativo el gestionar que los pacientes que presentan Post COVID-19 se les realice la prueba de caminata de 6 minutos además de difundir la utilidad de esta prueba con capacitaciones, y difusión de material didáctico para que se su conocimiento.

Se propone a nivel de investigación mejorar este estudio al realizar el seguimiento a los pacientes realizando una intervención específica con los ejercicios de rehabilitación comparando los ejercicios realizados de rehabilitación pulmonar y comparar los resultados obtenidos en 2, 4 y 6 meses de terapia.

Se propone además en las unidades de medicina familiar donde este el servicio de rehabilitación se designe un área para realizar esta prueba y la realice el personal ahí presente, ya que es una prueba de bajo costo, replicable y presenta buenos resultados en neumopatías para la valoración de tolerancia al ejercicio, disnea, fatiga y esfuerzo cardiorrespiratorio sin presentar un riesgo para la vida , para así realizar un envío oportuno a rehabilitación pulmonar y realicen en tiempo las sesiones de rehabilitación ya que se ha demostrado su utilidad en estos pacientes además de disminuir los tiempos de incapacidad de los pacientes con neumopatías, cantidad de consultas.



## XII. Bibliografía

(s.f.).

- Ampu P, P. P. ( 2024). Comparison of cardiorespiratory parameters between 6-minute walk test and 1-minute sit to stand test in young adults with post-COVID-19: follow-up 3 months. *J Thorac Dis.*, 31;16(5):3085-3095. doi: 10.21037/jtd-24-44.
- Araújo BTS, B. A. (2023). Effects of continuous aerobic training associated with resistance training on maximal and submaximal exercise tolerance, fatigue, and quality of life of patients post-COVID-19. *Physiother Res Int*, 28(1):e1972. doi: 10.1002/pri.1972.
- Belouzard, S. C. (2009). Activation of the SARS coronavirus spike protein via sequential proteolytic cleavage at two distinct sites. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(14), 5871-5876.  
doi:<https://doi.org/10.1073/pnas.0809524106>
- BLOEM P., G. L. (1991). Effects of order of presentation of exercise intensities and of sauna baths on perceived exertion during treadmill running. *Eur. J. Appl. Physiol*, 62(3), 204-210.
- Bonaventura, A. V. (2020). Endothelial dysfunction and immunothrombosis as key pathogenic mechanisms in COVID-19. *Nature reviews. Immunology*, 21(5), 319-329.  
doi:<https://doi.org/10.1038/s41577-021-00536-9>
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*, 14(5), 377-381.
- BUTLAND R J A, P. J. (1982). Two-, six-, and 12-minute walking test in respiratory disease. *BMJ*, 284, 1607-1608. doi:10.1136/bmj.284.6329.1607
- CDC. (28 de 09 de 2022). *Pruebas de detección del COVID-19: información importante*. Obtenido de Centro para el control y prevencion de enfermedades:  
<https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/testing.html>
- Chetta A, Z. A. (2006). Reference values for the 6-min walk test in healthy subjects 20-50 years old. *Respir Med*, 100(9):1573-8. doi: 10.1016/j.rmed.2006.01.001.
- Chilamakuri, R. A. (2021). *COVID-19: Characteristics and Therapeutics*. Cells.  
doi:<https://doi.org/10.3390/cells10020206>
- Chu, H. C. (2020). Comparative Replication and Immune Activation Profiles of SARS-CoV-2 and SARS-CoV in Human Lungs: An Ex Vivo Study With Implications for the Pathogenesis of COVID-19. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 71(6), 1400-1409. doi:<https://doi.org/10.1093/cid/ciaa410>

- Cooper, M. K. (1693). A Means of Assessing Maximal Oxygen Intake Correlation Between Field and Treadmill Testing. *JAMA*, 203(3), 201-204. doi:doi:10.1001/jama.1968.03140030033008
- D., P., & G., F. (1991). Prescription for programs of prevention and rehabilitation. *Wisconsin: Word Publishing*, 2 ed.
- Davis, H. E. (2023). Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations. *Nature reviews. Microbiology*, 1–14. doi:https://doi.org/10.1038/s41579-022-00846-2
- Dhama K, K. S. (2020). *Coronavirus Disease 2019 - COVID-19*. Clin. Microbiol Rev. doi:doi:10.1128/CMR.00028-20
- Ellen L. Burnham, W. J. (2014). The fibroproliferative response in acute respiratory distress syndrome: mechanisms and clinical significance. *European Respiratory Journal*, 43, 276-285. doi:DOI: 10.1183/09031936.00196412
- Esendağlı, D. Y. (2021). Post-COVID syndrome: pulmonary complications. *Turkish journal of medical sciences*, 51(SI-1), 3359–3371. doi:https://doi.org/10.3906/sag-2106-238
- Fajgenbaum, D. C. (2020). Cytokine Storm. *The New England journal of medicine*, 383(23), 2255-2273. doi:https://doi.org/10.1056/NEJMra2026131
- Fung, S. Y. (2020). A tug-of-war between severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 and host antiviral defence: lessons from other pathogenic viruses. *Emerging microbes & infections*, 9(1), 558-570. doi:https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1736644
- GORDON M., G. L. (1990). The cooper clinic cardiac rehabilitation program. *New York: Simon and Schuster*.
- Guo, L. R. (2020). Profiling Early Humoral Response to Diagnose Novel Coronavirus Disease (COVID-19). *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 71(15), 778-785. doi:https://doi.org/10.1093/cid/ciaa310
- Hamming, I. T. (2004). *Tissue distribution of ACE2 protein, the functional receptor for SARS coronavirus. A first step in understanding SARS pathogenesis*. The Journal of pathology.
- He, F. D. (2020). Coronavirus disease 2019: What we know? *Journal of medical virology*, 92(7), 719-725. doi:https://doi.org/10.1002/jmv.25766
- Hockele LF, S. A. (2022). Pulmonary and Functional Rehabilitation Improves Functional Capacity, Pulmonary Function and Respiratory Muscle Strength in Post COVID-19 Patients: Pilot Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health*, 12;19(22):14899. doi: 10.3390/ijerph192214899.
- Hoffmann, M. K.-W. (2020). *SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor*. Cell. doi:https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052
- Hopkins, U. d. (29 de 12 de 2022). Obtenido de <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

- Hu, B. H. (2021). *Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19*. *Nature reviews Microbiology*. doi:<https://doi.org/10.1038/s41579-020-00459-7>
- Klanidhi KB, C. A. (2022). Six-minute walk test and its predictability in outcome of COVID-19 patients. *J Educ Health Promot*, 26;11:58. doi: 10.4103/jehp.jehp\_544\_21.
- Knoops, K. K.-D. (2008). SARS-coronavirus replication is supported by a reticulovesicular network of modified endoplasmic reticulum. *PLoS biology*, 6(9), e226. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060226>
- Laura Gochicoa-Rangel, U. M.-R.-Z.-C. (2015). Prueba de caminata de 6 minutos: recomendaciones y procedimientos. *Neumol Cir Torax*, 74(2), 127-136. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2015/nt152h.pdf>
- Li, W. M. (2003). Angiotensin-converting enzyme 2 is a functional receptor for the SARS coronavirus. *Nature*, 426(6965), 450-454. doi:<https://doi.org/10.1038/nature02145>
- Li, X. G. (2020). Molecular immune pathogenesis and diagnosis of COVID-19. *Journal of pharmaceutical analysis*, 10(2), 102-108. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jpha.2020.03.001>
- Lobanov AA, I. A. (2022 ). Can aquatic exercises contribute to the improvement of the gait stereotype function in patients with Long COVID outcomes? *Eur J Transl Myol*, 14;32(3):10698. doi: 10.4081/ejtm.2022.
- Martijn A. Spruit, S. J.-C. (2013). An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Key Concepts and Advances in Pulmonary Rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 188(8), 889-1042. doi:<https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST>
- McGAVIN C R, G. S. (1976). Twelve-minute walking test for assessing disability in chronic bronchitis. *British Medical Journal*, 1, 822-823. doi:10.1136/bmj.1.6013.822
- Meléndez-Oliva E, M.-P. O.-Z.-O.-R. ( 2023). Efficacy of Pulmonary Rehabilitation in Post-COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biomedicines*, 7;11(8):2213. doi: 10.3390/biomedicines11082213.
- Nopp S, M. F. (2022). Outpatient Pulmonary Rehabilitation in Patients with Long COVID Improves Exercise Capacity, Functional Status, Dyspnea, Fatigue, and Quality of Life. *Respiration*, 101(6):593-601. doi: 10.1159/000522118. .
- Organizacion Mundial De La Salud, O. (2022, 15 de septiembre). *Manejo Clínico de la COVID-19*. Obtenido de <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Clinical-2022.2>
- Perlman, S. &. (2009). Coronaviruses post-SARS: update on replication and pathogenesis. *Nature reviews Microbiology*, 106(14), 439-450. doi:<https://doi.org/10.1038/nrmicro2147>
- Raza SS, Z. U. (2023). Sex-Linked Differences in Pulmonary Functions of COVID-19 Patients After a Six-Minute Walk Test. *Cureus*, 6;15(12):e50071. doi: 10.7759/cureus.50071.

- RODRIGO OSSES A. ORGE YÁÑEZ V, P. B. (2010). Prueba de caminata en seis minutos en sujetos chilenos sanos de 20 a 80 años. *Rev. méd. Chile* v.138 n.9, 138: 1124-1130 .  
doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872010000900006> .
- SKINNER J., H. R. (1973). The validity and reliability of a rating of perceived exertion. *J. Med. Sci. Sports Exercise*, 6(2), 994-996.
- Society, A. T. (2022). Study reveals extent of residual lung damage after COVID-19 hospitalization. *American Thoracic Society*, 1.
- Sofia Modino Perez, R. G. (2022). Infeccion por el SARS-CoV-2. En E. Barreiro, & Elsevier (Ed.), *Fisiopatología de la COVID-19 en diferentes órganos y sistemas* (pág. Cap 1).
- Susana Galicia Amor, E. d. (2023). Rehabilitación pulmonar. En Z. R. José Halabe Cherem, & Panamericana (Ed.), *Síndrome post-covid-19 Certezas e interrogantes* (págs. 73-79).
- Tarraso, J. S.-A. (2022). Lung function and radiological findings 1 year after COVID-19: a prospective follow-up. *Respiratory Research*, 23, 242. doi:<https://doi.org/10.1186/s12931-022-02166-8>
- Totura, A. L. (2012). SARS coronavirus pathogenesis: host innate immune responses and viral antagonism of interferon. *Current opinion in virology*, 2(3), 264-275.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.coviro.2012.04.004>
- Tozato C, F. B. (2021). Cardiopulmonary rehabilitation in post-COVID-19 patients: case series. *Rev Bras Ter Intensiva.*, 33(1):167-171. doi: 10.5935/0103-507X.20210018.
- Vabret, N. B. (2020). Immunology of COVID-19: Current State of the Science Immunity. *Sinai Immunology Review Project* , 52(6), 910-941.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.immuni.2020.05.002>
- Wang, F. K. (2020). Long-Term Respiratory and Neurological Sequelae of COVID-19. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*, 26, e928996. doi:<https://doi.org/10.12659/MSM.928996>
- Wolfel, R. C. (2020). *Virological assessment of hospitalized patients with COVID-2019*. Nature. doi:<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2196-x>
- Zazhi., Z. L. (2020). Epidemiology Working Group for NCIP Epidemic Response, Chinese Center for Disease Control and Prevention. 41(2), 145-151.  
doi:<https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.003>
- Zheng, Y. Y. (2020). COVID-19 and the cardiovascular system. *Nature reviews Cardiology*, 17(5), 259-260. doi:<https://doi.org/10.1038/s41569-020-0360-5>
- Ziegler, C. G. (2020). *SARS-CoV-2 Receptor ACE2 Is an Interferon-Stimulated Gene in Human Airway Epithelial Cells and Is Detected in Specific Cell Subsets across Tissues*. Cell. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.04.035>

### XIII. Anexos

#### XIII.1 Hoja de recolección de datos

##### Prueba de caminata de 6 minutos

##### Caminata de 6 minutos

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_  
NSS: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Diagnóstico: \_\_\_\_\_ Médico: \_\_\_\_\_

##### Caminata 1

F.C. Max Teórica: \_\_\_\_\_ 85% F.C. Max: \_\_\_\_\_  
O2 suplementario: \_\_\_\_\_ L x min Puntas nasales ( ) Mascarilla ( ) Aire ambiente ( )  
Talla: \_\_\_\_\_ m Peso: \_\_\_\_\_ kg  
Longitud de Vuelta: \_\_\_\_\_ m

	Pre ejercicio	Post ejercicio	2 min post ejercicio	5 min post ejercicio
Frecuencia Cardiaca				
% saturación de O2				
Frecuencia Respiratoria				
Presión arterial				
Borg (0-10)				

Tiempo min	F.C.	%satO2	Borg Disnea	Borg Fatiga	No. Vueltas
1					
2					
4					
6					
F.C. Pico:		Total de vueltas:		Doble producto:	
%Sat. O2 min		Total de metros:			
Comentarios:					

Terapeuta: \_\_\_\_\_

##### Caminata 2



Fecha: \_\_\_\_\_

	Pre ejercicio	Post ejercicio	2 min post ejercicio	5 min post ejercicio
Frecuencia Cardiaca				
% saturación de O2				
Frecuencia Respiratoria				
Presión arterial				
Borg (0-10)				

Tiempo min	F.C.	%satO2	Borg Disnea	Borg Fatiga	No. Vueltas
1					
2					
4					
6					
F.C. Pico:		Total de vueltas:		Doble producto	
%Sat. O2 min		Total de metros:		Diferencia de metros de 1ra y 2da caminata	
Comentarios:					

Terapeuta: \_\_\_\_\_

### XIII.3 Registro SIRELCIS

	<b>GOBIERNO DE MÉXICO</b>		<b>DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS</b> Unidad de Educación e Investigación Coordinación de Investigación en Salud
---	-------------------------------	---	---

**Dictamen de Aprobado**

Comité Local de Investigación en Salud 2201.  
H GRAL REGIONAL NUM 1

Registro COFEPRIS 20 CI 22 014 028  
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 22 CEI 001 2018073

FECHA Lunes, 26 de agosto de 2024

**Doctor (a) JORGE EDUARDO LOPEZ COSSIO**

**P R E S E N T E**

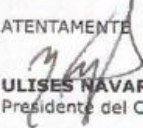
Tengo el agrado de notificarte, que el protocolo de investigación con título **IMPACTO DE LA TERAPIA DE REHABILITACIÓN PULMONAR MEDIDO CON LA PRUEBA DE CAMINATA DE 6 MINUTOS EN PACIENTES POST COVID-19** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional  
R-2024-2201-136


De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.


ATENTAMENTE

  
**ULISES NAVARRETE SILVA**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 2201

Imprimir

  
**2024**  
**Felipe Carrillo**  
**PUERTO**

XIII.4 Documento anti plagio.



Identificación de reporte de similitud: oid:7696:358239636

NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
Revision de plagio 3.docx	roberto

---

RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
4294 Words	23952 Characters
RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
15 Pages	64.8KB
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
May 30, 2024 12:18 PM GMT-6	May 30, 2024 12:19 PM GMT-6

---

● 21% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

• 16% Base de datos de Internet

• Base de datos de Crossref

• 15% Base de datos de trabajos entregados

• 7% Base de datos de publicaciones

• Base de datos de contenido publicado de Crossref

Resumen

## ● 21% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 15% Base de datos de trabajos entregados
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.unicach.mx</b> Internet	2%
2	<b>researchgate.net</b> Internet	2%
3	<b>scc.org.co</b> Internet	1%
4	<b>Universidad de San Buenaventura on 2021-03-03</b> Submitted works	1%
5	<b>search.bvsalud.org</b> Internet	<1%
6	<b>ri.ues.edu.sv</b> Internet	<1%
7	<b>coursehero.com</b> Internet	<1%
8	<b>Unidad Educativa Fiscomisional Calasanz on 2023-05-10</b> Submitted works	<1%



9	<b>doku.pub</b> Internet	<1%
10	<b>ief9-016.edu.ar</b> Internet	<1%
11	<b>consultoriadeserviciosformativos on 2023-04-30</b> Submitted works	<1%
12	<b>BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA on ...</b> Submitted works	<1%
13	<b>ijarm.com</b> Internet	<1%
14	<b>Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE on 2022-10-02</b> Submitted works	<1%
15	<b>espanol.cdc.gov</b> Internet	<1%
16	<b>University of Bradford on 2020-03-12</b> Submitted works	<1%
17	<b>scielo.org.mx</b> Internet	<1%
18	<b>wsws.org</b> Internet	<1%
19	<b>Fundacion San Pablo Andalucia CEU on 2023-03-31</b> Submitted works	<1%
20	<b>medbox.org</b> Internet	<1%

21	ucol on 2022-08-22	<1%
	Submitted works	
22	123dok.net	<1%
	Internet	
23	alexismateos.com	<1%
	Internet	
24	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-02-06	<1%
	Submitted works	
25	Von Steuben Metropolitan Science Center on 2022-08-26	<1%
	Submitted works	
26	arcatlantique.org	<1%
	Internet	
27	vsip.info	<1%
	Internet	
28	Mercedes Murray Hurtado, Álvaro Martín Rivada, Silvia Pestano García,...	<1%
	Crossref	
29	Universidad Autónoma de Aguascalientes on 2021-02-25	<1%
	Submitted works	
30	Universidad Autónoma de Aguascalientes on 2024-03-16	<1%
	Submitted works	
31	Universidad TecMilenio on 2024-01-22	<1%
	Submitted works	
32	es.slideshare.net	<1%
	Internet	

Descripción general de fuentes

33	<b>idf.org</b> Internet	<1%
34	<b>jove.com</b> Internet	<1%
35	<b>scribd.com</b> Internet	<1%
36	<b>Universidad Continental on 2023-05-18</b> Submitted works	<1%
37	<b>biblioteca.medicina.usac.edu.gt</b> Internet	<1%
38	<b>issuu.com</b> Internet	<1%
39	<b>repositorio.unan.edu.ni</b> Internet	<1%
40	<b>latamjpharm.org</b> Internet	<1%
41	<b>slideshare.net</b> Internet	<1%
42	<b>0i0sp.envpsych2011.eu</b> Internet	<1%
43	<b>Ilerna Online on 2024-04-19</b> Submitted works	<1%
44	<b>Universidad Autónoma de Nuevo León on 2021-11-26</b> Submitted works	<1%

45	Universidad de Cádiz on 2020-09-23	<1%
	Submitted works	
46	amedeo.com	<1%
	Internet	
47	esl.proz.com	<1%
	Internet	
48	mediatum.ub.tum.de	<1%
	Internet	
49	repositorio.uia.ac.cr:8080	<1%
	Internet	
50	reviberoammicol.com	<1%
	Internet	
51	salud.gob.ec	<1%
	Internet	
52	Universidad Manuela Beltrán on 2023-05-21	<1%
	Submitted works	
53	msdmanuals.com	<1%
	Internet	
54	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2024-01-17	<1%
	Submitted works	
55	hdl.handle.net	<1%
	Internet	
56	ucol on 2023-05-16	<1%
	Submitted works	

Descripción general de fuentes

57

urjc on 2024-05-22  
Submitted works

<1%